Ana Maria Osorio Araya
Gustavo Bizarria Gibin
Moacir Pereira de Souza Filho

O ensino de Ciências e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)

Pesquisas desenvolvidas na educação básica

O ensino de Ciências e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)

Direitos de publicação reservados à:
Fundação Editora da UNESP (FEU)
Praça da Sé, 108
01001-900 – São Paulo – SP
Tel.: (0xx11) 3242-7171
Fax: (0xx11) 3242-7172
www.editoraunesp.com.br
www.livrariaunesp.com.br
atendimento.editora@unesp.br

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Elaborado por Vagner Rodolfo da Silva – CRB-8/9410

E59 O ensino de Ciências e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC): pesquisas desenvolvidas na educação básica / organizado por Ana Maria Osorio Araya, Gustavo Bizarria Gibin, Moacir Pereira de Souza Filho. – São Paulo : Editora Unesp Digital, 2021.

Inclui bibliografia.
ISBN: 978-65-5714-054-3 (eBook)

1. Educação. 2. Educação básica. 3. Ciências e as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). I. Araya, Ana Maria Osorio. II. Gibin, Gustavo Bizarria. III. Souza Filho, Moacir Pereira de. IV. Título.

2021-3977 CDD 372.21
CDU 372.3

Índice para catálogo sistemático:
1. Educação básica 372.21
2. Educação básica 372.3

Este livro é publicado pelo projeto Edição de Textos de Docentes e Pós-Graduados da Unesp – Pró-Reitoria de Pós-Graduação da Unesp (PROPG) / Fundação Editora da Unesp (FEU)

Editora afiliada:

Asociación de Editoriales Universitarias de América Latina y el Caribe

Associação Brasileira de Editoras Universitárias

Sumário

Apresentação

Esta obra visa divulgar os resultados de pesquisas do Grupo de Pesquisa em Metodologias para o Ensino de Ciências (GPMEC), composto por pesquisadores da área de ensino de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp) *campus* de Presidente Prudente (SP). Os docentes pesquisadores do grupo são Ana Maria Osorio Araya, Moacir Pereira de Souza Filho e Gustavo Bizarria Gibin.

O grupo foi criado em 2014 com a entrada do professor Gustavo Bizarria Gibin no grupo de pesquisa Núcleo de Ensino de Física (NEF), coordenado pelos professores Ana Maria Osorio Araya e Moacir Pereira de Souza Filho. O grupo NEF já desenvolvia diversas pesquisas sobre ensino de Física, em diferentes temas, como ensino de Física Moderna, formação inicial e continuada de professores de Física, processos de ensino e aprendizagem de conceitos científicos; metodologias ativas de ensino, entre outros.

Assim, o grupo de pesquisa desenvolve pesquisas voltadas para o ensino de Física e de Química, e nesta obra são apresentados trabalhos que envolvem o emprego de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) para ensinar Física e Química na educação básica. São apresentados trabalhos de pesquisa conduzidos por licenciandos do curso de licenciatura em Química da Unesp

campus de Presidente Prudente, no âmbito do Prograd – Unesp de Núcleos de Ensino, no qual é feita uma parceria da universidade com uma escola de educação básica, para o desenvolvimento de projetos de ensino. Também são apresentados trabalhos por pós-graduandos do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, professores-pesquisadores da rede pública de ensino que desenvolveram projetos de ensino de Física em suas salas de aula. Consideramos que esses trabalhos de pesquisa, de ensino de Ciências, realizados na realidade das escolas de educação básica, são relevantes tanto para a formação de professores, quanto de pesquisadores da área.

Acreditamos que o emprego das TDIC no ensino de Ciências, empregadas em metodologias ativas ou em abordagens construtivistas, pode trazer diversas contribuições para os estudantes, no sentido de melhorar sua aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal, além de ter autonomia e exercer um papel de protagonista em seu aprendizado. Acreditamos também que o professor pode se apropriar dessas abordagens e empregar as TDIC de forma inovadora, proporcionando avanços em sua própria formação, além do olhar de pesquisador.

O livro é dividido em duas Partes: a Parte 1 consiste em aspectos introdutórios e legais sobre as TDIC, e a Parte 2 apresenta diversos trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa, especificamente com o emprego das TDIC.

Na Parte 1, o capítulo 1 aborda uma introdução sobre as possibilidades e limitações no emprego das TDIC para o ensino de Ciências. No capítulo 2, são apresentadas a legislação referente ao uso das TDIC nos cursos de Licenciatura.

Na Parte 2, o capítulo 3 apresenta um trabalho em que os estudantes de ensino médio elaboram representações sobre as mudanças de estado físico da matéria por meio de animações desenvolvidas com smartphones. No capítulo 4 é abordada uma pesquisa em que o conceito de escala de pH foi ensinado para alunos do ensino médio por meio do uso de um simulador computacional. No capítulo 5 foram empregados três simuladores para ensinar aos alunos do ensino médio sobre os gráficos envolvidos no conteúdo de cinemática.

No capítulo 6 é apresentada uma pesquisa em que é empregada a aprendizagem baseada em problemas, além do uso da plataforma *app inventor* para o ensino de eletrodinâmica. O capítulo 7 apresenta uma pesquisa que envolve o ensino do conceito de ondulatória por meio de uma abordagem de ensino híbrido, com emprego das ferramentas google para educação. Por fim, no capítulo 8 é apresentada uma pesquisa em que foi aplicada a rotação por estações, para ensinar cinemática a alunos do ensino médio, por meio do emprego de experimentos, computadores e simuladores.

Esperamos que o livro auxilie professores da educação básica, das disciplinas de Física e Química, em suas práticas docentes, além de contribuir para a formação de pesquisadores da área de ensino de Ciências.

Os autores.

Parte 1
Aspectos introdutórios e legais das Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC)

1
Uma introdução às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação no ensino de Ciências

Ana Maria Osorio Araya
Gustavo Bizarria Gibin
Moacir Pereira de Souza Filho

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm um grande potencial de uso no ensino de Ciências, no desenvolvimento de novas metodologias de ensino, com a revisão de currículos e dos objetivos de ensino propostos pelo ensino regular. Atualmente, as propostas de uso das TDIC no ensino de Ciências envolvem uma abordagem interativa e investigativa com ferramentas de processamento de dados, software multimídia, sistemas de informação, ferramentas de edição de texto e de apresentação, tecnologia para projeção (Osborne; Hannessy, 2003).

A legislação brasileira começa a abordar de forma mais sistemática a inclusão das TDIC recentemente. No estado de São Paulo, o Conselho Estadual de Educação, por meio da Deliberação n.111/2012, tornou obrigatório que os cursos de Licenciatura empreguem as TDIC durante a formação dos professores, como recurso pedagógico para o desenvolvimento intelectual e profissional (São Paulo, 2012).

Em nível nacional, o Conselho Nacional de Educação promoveu por meio da Resolução n.02/2015, que as TDIC sejam empregadas de forma transversal nos cursos de formação inicial e continuada de professores. A perspectiva adotada é a de que as tecnologias consistem em recursos e estratégias didático-pedagógicas que o professor deve possuir em sua prática pedagógica (Brasil, 2015).

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017) discute de forma mais específica sobre o emprego das TDIC na formação de professores. Também é descrito que as tecnologias devem ser empregadas de forma transversal; entretanto, é apontado que as TDIC sejam empregadas de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, para se comunicar, acessar, disseminar e produzir conhecimentos, informações, além de resolver problemas, em uma perspectiva de protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva dos estudantes.

Há diversos autores que discutem as possibilidades e limitações das TDIC na formação de professores e em seu emprego no ensino. Valente (2005) aponta que com as novas tecnologias, é necessário que os professores apresentem um domínio técnico e pedagógico. Esses dois conhecimentos devem ser desenvolvidos simultaneamente pelos docentes. É necessário conhecer as possibilidades técnicas que cada dispositivo eletrônico pode oferecer, para desenvolver as atividades pedagógicas.

O uso apropriado das TDIC tem um potencial de transformação no ensino de Ciências e na aprendizagem dos alunos; entretanto, a maioria dos professores deve se apropriar das TDIC, para que mudanças metodológicas sejam feitas de fato (Osborne; Hannessy, 2003).

Segundo Santos (2007), as vantagens do uso das TDIC no ensino de Ciências são: (i) o ensino de Ciências torna-se mais interessante, autêntico e relevante; (ii) permite destinar mais tempo à observação, discussão e análise; e (iii) proporciona possibilidades que envolvem comunicação e colaboração entre os estudantes.

Martinho e Pombo (2009) apontam que o uso das TDIC no ensino de Ciências promoveu o desenvolvimento de um ambiente em que os estudantes ficaram mais motivados, eles prestaram mais atenção nas atividades, se envolveram de forma mais efetiva nos trabalhos, e foram obtidos melhores resultados na avaliação. As autoras defendem também que os alunos desenvolveram uma versatilidade no emprego do computador, uma vez que realizaram atividades diversificadas como uso de apresentações em *powerpoint*, construção de *blogs* e *sites*, e desenvolvimento de um documentário. Assim, foi

observada uma melhoria em relação à aquisição de competências específicas, gerais, tecnológicas e atitudinais.

Uma das possibilidades de emprego didático das TDIC no ensino de Ciências consiste no uso de simuladores. Os simuladores são *softwares* específicos que geram simulações específicas para estudos de propriedades ou conceitos científicos, e estão diretamente relacionados com a pesquisa científica (Giordan; Góis, 2004).

Giordan e Góis (2004) apontam que o uso de simulações computacionais, além de permitir a disposição de múltiplas representações, também proporciona a manipulação desses objetos virtuais, como translação, rotação, aumento ou redução de seu tamanho. A manipulação de objetos virtuais, especialmente tridimensionais, pode auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos.

Existem diversos simuladores que representam conceitos ou fenômenos científicos. O projeto PhET Interactive Simulations se destaca dentre diversos outros tipos de simuladores.

O projeto PhET Interactive Simulations (2020) envolve a produção e a disponibilização de forma gratuita na internet de dezenas de simulações nas áreas de Física, Química, Biologia, Matemática e Ciências da Terra. Esse projeto é desenvolvido na Universidade Colorado Boulder, nos Estados Unidos, e diversos grupos realizam a tradução dos simuladores para diversos idiomas, inclusive para a língua portuguesa do Brasil.

Os simuladores são bastante intuitivos e geralmente é fácil e rápido aprender a utilizar os *softwares*. Dessa forma, os simuladores do PhET Interactive Simulations podem ser utilizados por estudantes desde o ensino fundamental até o ensino superior. Entretanto, usualmente os fenômenos ou conceitos são representados de forma bastante simplificada e isso pode em alguns casos não atender a objetivos pedagógicos definidos pelo docente no uso do simulador. Portanto, é interessante que o professor conheça o simulador, faça testes e o analise, para saber se essa ferramenta irá permitir-lhe atingir seus objetivos pedagógicos.

É possível utilizar os simuladores para ensinar conceitos científicos, como densidade (Fidelis et al., 2016b), estados físicos da

matéria (Santos et al., 2017; Santos et al., 2016; Santos; Piva; Gibin, 2016), reações químicas e estequiometria (Gibin et al., 2016), escala de pH (Piva; Santos; Gibin, 2017), efeito estufa (Fidelis et al., 2016a), cinemática (Oliveira, 2016), entre outros temas científicos.

Existem outras ferramentas das TDIC que podem ser utilizadas para o ensino de Ciências, como as animações. Barbosa Junior (2005) relata que a palavra "animação" é derivada do verbo latino *animare*, que significa "dar vida a", e que esse termo começou a ser relacionado com imagens em movimento somente no século XX. As animações como produtos audiovisuais surgem no início do século XX, praticamente de forma simultânea ao cinema. Giordan e Góis (2004) apontam que as animações são produzidas a partir de aplicativos de edição gráfica, que não levam em conta necessariamente os valores experimentais sobre conceitos ou fenômenos obtidos na pesquisa cientifica. As animações podem dar destaque para certas características de um sistema sem necessariamente obedecer a quaisquer escalas de tempo ou tamanho.

Existe um tipo de animação que é simples de ser produzida: o *stop-motion*. Esse método de produção de animações é simples de ser compreendido por crianças e jovens, portanto, pode ser utilizado no ensino de Ciências (Gibin, 2009). Werneck (2005) define a técnica de *stop-motion* como "o movimento criado a partir de imagens paradas". Nessa técnica, o animador utiliza um objeto qualquer, realiza pequenos movimentos controlados com esse objeto e tira fotos. Quando as fotos são colocadas em sequência e exibidas em uma certa velocidade, é criada a ilusão de movimento.

É possível utilizar animações para levantar ideias dos estudantes sobre conceitos científicos e ensiná-los conceitos químicos, como soluções (Freitas; Gibin, 2016; Gibin; Ferreira, 2009, 2010), equilíbrio químico (Freitas; Gibin; Kohori, 2017), misturas heterogêneas (Gibin, 2009), dentre outros temas.

O movimento *Maker* emprega as TDIC, em uma perspectiva diferente, que pode ser adotada na realidade escolar. Esse movimento envolve uma aprendizagem de caráter prático, com o protagonismo do aluno, pois ele seleciona um projeto e aprende conteúdos de seu

interesse, pois constrói seu próprio conhecimento e ainda pode ajudar os seus colegas a resolver problemas no projeto (Santana et al., 2016). Assim, o movimento *Maker* pode ser considerado uma vertente dentro das metodologias ativas.

As metodologias ativas consistem em atividades didáticas que têm por objetivo principal promover a participação efetiva dos estudantes na construção de sem processo de aprendizagem, de forma flexível, interligada e híbrida (Bacich; Moran, 2018). O ensino híbrido não pode ser resumido apenas como uma metodologia ativa que consiste em uma mistura de ensino presencial e remoto *online*, de sala de aula com outros espaços, mas envolve também muitas oportunidades de aprendizagem e também dificuldades, tanto para professores quanto para alunos (Moran, 2015). Essa perspectiva de Moran (2015) é ainda mais atual, em um contexto de quarentena em razão da pandemia de Covid-19, em que muito do ensino presencial foi alterado para o ensino remoto.

As metodologias ativas envolvem atividades em que os estudantes estão no centro do seu processo de ensino e aprendizagem, e que são mediados por tecnologias digitais da informação e comunicação, que podem potencializar esse processo (Mattasoglio Neto; Soster, 2017).

Uma abordagem das metodologias ativas é o modelo de rotação por estações. Nessa abordagem, as atividades são desenvolvidas em pequenos grupos com o auxílio do professor, no mesmo local, em estações diferentes, como o computador, um experimento, um texto, durante períodos relativamente curtos em cada estação. Nessa modalidade, pelo menos uma das atividades deve ser feita online de forma obrigatória (Horn; Staker; Christensen, 2015).

A plataforma *App Inventor* foi desenvolvida para que pessoas leigas pudessem desenvolver aplicativos de forma simplificada e inovadora, ao alterar a linguagem de programação, que geralmente é complexa e exige muito estudo e dedicação para dominá-la, para uma linguagem visual, semelhante a blocos de construção (Raminelli, 2016). Isso permitiu que jovens e crianças, além dos professores, pudessem produzir aplicativos para *smartphones* android com as mais variadas finalidades, inclusive educacionais.

Valente (1999, 2002) aponta que o potencial pedagógico da programação reside no fato de que um programa permite o registro escrito de descrições de um processo de pensamento, que permite ser examinado pelo aluno e discutido com colegas e o professor, o que proporciona uma construção do conhecimento.

Outra possibilidade que as TDIC permitem atualmente é o uso de ambientes imersivos, como a Realidade Virtual (RV). Tori e Kirner (2006) definem a realidade virtual como uma interface computacional tridimensional, que permite uma movimentação e interação aos usuários, por meio de dispositivos multissensoriais. Uma possibilidade de emprego da realidade virtual voltada para o entretenimento envolve os atuais videogames e vídeos *online*, que permitem o uso de óculos de realidade virtual, e até mesmo capacetes e luvas. A imersão consiste em envolver o usuário, de modo que se sinta parte do ambiente virtual (Valério Netto; Machado; Oliveira, 2002). Assim, as TDIC atualmente permitem que os estudantes possam interagir com entidades abstratas e difíceis de se imaginar, como átomos e células, por exemplo, por meio de atividades realizadas com o emprego da realidade virtual.

Outra abordagem que atualmente é empregada no ensino de Ciências e pode ser relacionado com as metodologias ativas é a gamificação. Essa abordagem emprega o aspecto lúdico dos mecanismos de jogos, para motivar os alunos a resolver problemas ou a atingir objetivos específicos. Assim, a gamificação permite ampliar a motivação dos alunos, estimular a participação, desenvolve a criatividade e autonomia, além de potencializar a resolução de problemas pelos alunos (Paganini; Bolzan, 2016).

Assim, na área de ensino de Ciências, existem diversas possibilidades de uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação, como o emprego de animações, de simuladores, de aplicativos de *smartphone*, de programação, de realidade virtual, de gamificação, dentre outros, para ensinar conceitos científicos.

Referências

BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. E-book. Edição do Kindle.

BARBOSA JÚNIOR, A. L. *Arte da animação: técnica e estética através da história*. 2.ed. São Paulo: Editora Senac, 2005. 456p.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CNE/CP n.2/2015*. 2015. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/agosto-2017-pdf/70431-res-cne-cp-002-03072015-pdf/file>. Acesso em: 21 jul. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. 2017. Disponível em: <basenacionalcomum.mec.gov.br/download-da-bncc>. Acesso em: 16 set. 2018.

FIDELIS, J. P. da S. et al. Investigação sobre modelos mentais de alunos do Ensino Médio sobre o efeito estufa: uso de simulações computacionais como auxílio no desenvolvimento. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. *Anais* .... Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016a.

FIDELIS, J. P. da S. et al. Modelos mentais de alunos sobre densidade desenvolvidos com o auxílio de simulações computacionais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 39., 2016, Goiânia. *Anais*... Goiânia: SBQ, 2016b.

FREITAS, C. J. A.; GIBIN, G. B. Modelos mentais de graduandos em Química: modelos expressos em animações sobre dissolução iônica. In: ENCONTRO TOLEDO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 'PROF. DR. SEBASTIÃO JORGE CHAMMÉ', 12., 2016, Presidente Prudente. *Anais*... Presidente Prudente: Toledo, 2016.

FREITAS, C. J. A.; GIBIN, G. B.; KOHORI, R. K. Investigação dos modelos mentais de estudantes de Ensino Médio sobre Equilíbrio Químico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, 6., 2017, Bauru. *Anais*... Bauru: Unesp, 2017.

GIBIN, G. B. *Investigação sobre a construção de modelos mentais para o conceito de soluções por meio de animações*. São Carlos, 2009. 260f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Federal de São Carlos.

GIBIN, G. B. et al. Uso de simuladores no ensino de química: auxílio no desenvolvimento de modelos mentais dos estudantes. In: COLVARA, L. D.; OLIVEIRA, J. B. B. (Org.) *Núcleos de Ensino da Unesp*. Artigos 2015.

Metodologias de Ensino e a Apropriação de Conhecimentos pelos alunos. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2016. v.2, p.250-73.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Investigação de modelos mentais dinâmicos sobre a dissolução de NaCl por meio da elaboração de animações. In: VII ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Anais*... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

_______. Contribuições de formas de coleta de dados para a investigação de modelos mentais sobre o fenômeno de dissolução de compostos iônicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15., 2010. *Anais*... Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

GIORDAN, M.; GÓIS, J. Telemática Educacional e Ensino de Química: Considerações em Torno do Desenvolvimento de um Construtor de Objetos Moleculares. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, v.3, n.2, p.41-59, 2004.

HORN, M. B.; STAKER, H.; CHRISTENSEN, C. *Blended*: usando a Inovação Disruptiva para aprimorar a educação. Porto Alegre: Editora Penso, 2015.

MARTINHO, T.; POMBO, L. M. O. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais – um estudo de caso. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v.8, n.2, p.527-38, 2009. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen8/ART8_Vol8_N2.pdf>. Acesso em: 25 out. 2018.

MATTASOGLIO NETO, O.; SOSTER, T. S. (Org.) *Inovação acadêmica e aprendizagem ativa*. Porto Alegre: Penso, 2017.

MORAN, J. M. Educação Híbrida: Um conceito-chave para a educação, hoje. In: BACICH, L.; TANZI NETO, A.; TREVISANI, F. M (Org.) *Ensino híbrido*: Personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Grupo A, 2015. p.27-46.

OLIVEIRA, R. D. *Proposta de sequência didática*: utilização de simuladores no aprendizado de gráficos em cinemática. Presidente Prudente, 2016. 73f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

OSBORNE, J.; HENNESSY, S. *Literature Review in Science Education and the Role of ICT*: Promise, Problems and Future Directions. 2003. Disponível em: <http://www.futurelab.org.uk/download/pdfs/research/lit_reviews/Secondary _School_Review.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

PAGANINI, E. R.; BOLZAN, M. S. Ensinando Física através da Gamificação. *Blucher Physics Proceedings*, v.3, n.1, p.16-20, 2016.

PhET INTERACTIVE SIMULATIONS. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations>. Acesso em: 12 ago. 2020.

PIVA, G. M.; SANTOS, A. S.; GIBIN, G. B. Desenvolvimento de modelos mentais sobre escala de pH por meio de uso de simulação computacional. In: XV EVENTO DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, 15., 2017, Araraquara. *Anais*... Araraquara: Unesp, 2017.

RAMINELLI, U. J. *Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula*: desenvolvimento de um aplicativo para eletrodinâmica. Presidente Prudente, 2016. 201f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/148579>. Acesso em: 7 jun. 2017.

SANTANA, A. M. et al. Atividades Maker no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências. In.: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 12., Uberlândia. *Anais*... Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2016.

SANTOS, A. et al. Contribuição de simuladores para o desenvolvimento de modelos mentais de alunos sobre estados físicos da matéria. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. *Anais*... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

SANTOS, A. C. S. P. T. *As TIC e o Desenvolvimento de competências para aprender a aprender*. Aveiro, 2007. Dissertação (Mestrado em Multimídia em Educação) – Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro, 2007. Disponível em: <https://ria.ua.pt/bitstream/10773/4766/1/2007001184.pdf>. Acesso em 11 ago. 2020.

SANTOS, A. S.; PIVA, G. M.; GIBIN, G. B. Uso de simulações para o desenvolvimento de modelos mentais sobre estados físicos da matéria. In: ENCONTRO TOLEDO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 'PROF. DR. SEBASTIÃO JORGE CHAMMÉ', 12., 2016, Presidente Prudente – SP. *Anais*... Presidente Prudente: Toledo, 2016.

SANTOS, A. S. et al. Evolução dos modelos mentais sobre estados físicos com o uso de uma simulação computacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO, 6., 2017, Bauru. *Anais*... Bauru: Unesp, 2017.

SÃO PAULO. Conselho Estadual de Educação. *Deliberação CEE n.111/2012*. 2012. Disponível em: <https://www.fct.unesp.br/Home/Graduacao/Pedagogia/deliberacoes-cee-111-de-2012-e-126-de-2014.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

SÃO PAULO. *Deliberação CEE 111/2012 de 01 de fevereiro de 2012*. Fixa Diretrizes Curriculares Complementares para a Formação de Docentes para a Educação Básica nos Cursos de Graduação de Pedagogia, Normal Superior e Licenciaturas, oferecidos pelos estabelecimentos de ensino superior vinculados ao sistema estadual. Disponível em: <https://www.fct.unesp.br/Home/Graduacao/ Pedagogia/deliberacoes-cee-111-de-2012-e--126-de-2014.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2020.

TORI, R.; KIRNER, C. Fundamentos da Realidade Virtual. In: TORI, R.; KIRNER, C.; SISCOUTO, R. *Fundamentos e tecnologia de Realidade Virtual e Aumentada*. Porto Alegre: Editora SBC, 2006. p.2-21.

VALENTE, J. A. (Org.) *O computador na sociedade do conhecimento*. Distrito Federal: USP – Estação Palavra, 1999. (Coleção Informática para Mudança da Educação). Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/computador-sociedade-conhecimento.pdf>. Acesso em: 7 mai. 2020.

________. A espiral da aprendizagem e as tecnologias de informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.) *A tecnologia no ensino*: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p.15-37.

________. *Pesquisa, comunicação e aprendizagem com o computador*. Gestão Escolar e Tecnologias. 2005. Disponível em: <http://cmapspublic.ihmc.us/rid=1HXFXQKSB-23XMNVQ-M9/VALENTE_2005.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

VALÉRIO NETTO, A.; MACHADO, L. S.; OLIVEIRA M. C. F. *Realidade Virtual*: Fundamentos e aplicações. Florianópolis: Visual Books, 2002.

WERNECK, D. L. *Estratégias digitais para o cinema independente*. Belo Horizonte, 2005. 197f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais.

2
As TDIC nos cursos de licenciatura: um olhar sobre as políticas e a legislação referentes ao ensino

Taís Andrade dos Santos
Moacir Pereira de Souza Filho

Introdução

Nas últimas décadas, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) invadiram a sala de aula, de modo a romperem os paradigmas da postura docente sobre o real significado do processo de aprendizagem. Se, de um lado, o ensino tradicional já não tem se mostrado tão eficiente a ponto de motivar os alunos, de outro, as TDIC têm se mostrado um caminho ao tentar oferecer metodologias diferenciadas, que vão ao encontro dos anseios dos alunos pela inovação educacional.

Apesar de vislumbrar essas possibilidades de inovação, as TDIC no currículo de formação inicial de professores no contexto brasileiro começaram a ser integradas de maneira obrigatória, apenas na segunda década deste século. No Brasil, os currículos de licenciaturas têm sido estruturados por meio de uma relação hierárquica entre o Conselho Nacional de Educação, seguido pelos Conselhos Estaduais de Educação e, finalmente chegando à Universidade, que é a instância responsável por colocar em prática a execução desse currículo.

Os papéis nessa relação de organização são delimitados na seguinte configuração: cabe aos Conselhos Nacionais e Estaduais de Educação normatizar legislações que padronizem a formação inicial no país

e nos Estados, sempre respeitando o nível hierárquico entre a União e os entes da Federação. Já à universidade cabe realizar de forma autônoma a adaptação dessas legislações em forma de currículo.

Esse movimento de implantação das TDIC de forma obrigatória nas Licenciaturas tem início no estado de São Paulo por meio da atuação do Conselho Estadual de Educação com a Deliberação n.111/2012. Essa legislação estruturou os cursos de formação docente para a educação básica nos cursos de graduação em Pedagogia, normal e superior, em estabelecimentos de ensino superior, vinculados ao sistema de educação do estado de São Paulo.

Nesse caso, a inclusão das TDIC foi posta para o currículo de formação dos professores da educação infantil, anos iniciais e finais do ensino fundamental e ensino médio sempre da mesma maneira. Em todas as formações, o documento postula: "VI – utilização das Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação (TDIC) como recurso pedagógico e ferramenta para o próprio desenvolvimento intelectual e profissional" (São Paulo, 2012, s.p.).

Note-se que do modo como a Inclusão das Tecnologias Digitais da Comunicação e Informação foi imposta, isso representa não apenas mais um recurso em sala de aula, mas é posto que essa inclusão deve trazer benefícios ao desenvolvimento intelectual do aluno e desenvolvimento profissional para o professor. Ora, como podemos notar no trecho citado, ele toca em um ponto importante e de alta crítica ao "projeto chamado Escola" que é a necessidade de romper com a escola tradicional do século XX.

De certa forma, pode-se dizer que do senso comum ao senso acadêmico, a escola, ainda que no século XXI, está alicerçada na era industrial deixando de lado a era da informação, negligenciando os avanços tecnológicos tão necessários neste tempo de alta produção tecnológica. Negligenciar esses pontos no currículo escolar é construir uma escola desatualizada e com pouca relação com as necessidades do mundo moderno, além de dispensar novas formas de aprender.

Em âmbito nacional, a enculturação desse conteúdo tecnológico na formação inicial docente germinou somente no ano 2015, por

iniciativa do Conselho Nacional de Educação por meio da Resolução n.02/2015. Nessa legislação, as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação aparecem de forma transversal como ferramenta metodológica na formação inicial e continuada de professores, propiciando um aprimoramento da prática pedagógica. Nesse caso, a tecnologia é compreendida como um dos recursos e estratégias didático-pedagógicas que o professor deve incorporar ao conhecimento para prática pedagógica, quando egresso da formação inicial.

No tocante à formação continuada, ainda no mesmo documento, as TDIC aparecem como uma necessidade docente de acompanhar a inovação e o desenvolvimento associados ao conhecimento, a ciência e a tecnologia. De modo correlato, da forma em que foi descrita essa normativa em relação à formação continuada, segue a tendência da necessidade de inserção desses aspectos teóricos e práticos na formação inicial e na prática dos professores da educação básica.

Logo, do ponto de vista legislativo, temos uma formação enraizada no século XXI,[1] que prioriza um professor atualizado e com um vasto aporte didático-pedagógico para o exercício da sua profissão no que tange ao uso das novas tecnologias em ambiente escolar.

Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa está pautada pelo procedimento teórico-metodológico de abordagem qualitativa, do tipo exploratória. Este capítulo tem como objetivo analisar algumas implicações na formação de professores de Ciências, a partir da obrigatoriedade da inclusão das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no Currículo, além dos procedimentos formativos e metodológicos para o lecionar.

1 Essa ligação com o século XXI não é relacionada somente com a inserção de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), mas também pela adição de Língua Brasileira de Sinais, Práticas de Leitura e Escrita e relações étnico-raciais na formação de todos os docentes do Brasil a partir do ano 2017.

A pesquisa, nesse caso, foi realizada de forma qualitativa de modo que os pesquisadores utilizaram "[...] os *insights* e as informações provenientes da literatura, enquanto conhecimento sobre o contexto, utilizando-se dele para verificar afirmações e observações a respeito de seu tema de pesquisa" (Flick, 2009, p.62).

Para a discussão panorâmica sobre esse tema, alicerçaremos a discussão em três pilares: (i) o que as legislações tratam sobre a incorporação da ferramenta na formação inicial, já vista durante a introdução; (ii) a necessidade de alteração no planejamento do professor formador e; (iii) importância do referencial teórico para a inserção das TDIC em sala de aula.

Nesse processo de pesquisa, utilizar os *insights* e as informações provenientes da literatura nos possibilita compreender o que já é conhecido sobre o tema, quais as principais referências, os conceitos e as principais discussões sobre o assunto foco da nossa análise.

A formação docente e as tecnologias

A inserção de modo abrupto e sem reflexão de teorias pedagógicas, não apenas envolvendo as TDIC, mas também de outras naturezas, vem de uma crença de que inserir o novo é automaticamente exercer um ensino de qualidade. Porém, defende-se aqui que é necessário que o docente conheça os limites e possibilidades metodológicas a fim de realizar uma melhor adaptação do conteúdo em razão da ferramenta pedagógica escolhida.

Para lecionar seguindo o paradigma da Tecnologia Digital da Informação e Comunicação, é necessário entender que essa ferramenta não está presente apenas na utilização de *softwares* e *hardwares*. Garcia (2005), ao referenciar Schramm (1977), relembra que existem quatro diferentes gerações de recursos pedagógicos: (i) a primeira relacionada à escrita que traz a utilização de recursos como cartazes, mapas e quadro-negro; (ii) a segunda tem como referência os materiais didáticos como manuais e livros de exercícios; (iii) a terceira geração fica por conta de alguns dispositivos que já envolvem

o desenvolvimento eletrônico como filmes, rádio e televisão; por fim, (iv) o mais conhecido, como tecnologias digitais da informação e comunicação que tem laboratórios de informática e o ensino por computadores e smartphones.

Nesse ponto, podemos considerar que todas as gerações elencadas aqui podem ser estruturadas por meio desse paradigma. Por exemplo, o uso de Recursos Educacionais Abertos (REA) em um processo de ensino e aprendizagem, que engloba o arcabouço de ferramentas das TDIC.

> O conceito de REA começa com dois princípios: *licenças de uso* que permitem maior flexibilidade e uso legal de recursos didáticos; e *abertura técnica*, no sentido de utilizar formatos que sejam fáceis de abrir e modificar em qualquer software. Nesse sentido os REA devem primar pelo que chamamos de "interoperabilidade" técnica e legal para facilitar o seu uso e reuso. (Caderno REA, 2018, s.p.).

Desse ponto, é de concordar que lecionar via TDIC necessariamente envolve dois pontos: a teoria pedagógica e a ferramenta didática que está sendo utilizada. A metodologia se torna crucial, pois além de compreender a importância da Tecnologia Digital da Informação e Comunicação para atualização da escola, segundo Shulman e Shulman (2016, p.124), na formação dos professores esses devem ser:

> [...] preparados para seguir uma visão de salas de aula ou escolas que constituem, por exemplo, comunidades de aprendizagem; dispostos a despender a energia e a persistir para colocar em prática esse tipo de ensino; que compreendem os conceitos e princípios necessários para esse tipo de ensino; capazes de se engajar nas complexas formas de práticas pedagógicas e organizacionais necessárias para transformar suas visões, motivações e compreensões em realidade pragmática e funcional; capazes de aprender com as experiências, as próprias e as de outrem, por meio de reflexão ativa sobre suas ações e suas consequências; e capazes e experientes em trabalhar como

membros de uma comunidade de aprendizagem e/ou na formação de tais comunidades em seus contextos de atuação docente.

Concordamos também com Rossini et. al (2017, p.12), ao mencionar os Recursos Educacionais Abertos (REA), de que essas ferramentas devem ser de fácil acesso e manuseio por parte do professor, de forma que essa inserção não se torna efetiva se não houver a criação de políticas públicas que visem à formação de professores em consonância com essa filosofia.

Logo, essa enculturação deve ser realizada dentro da formação inicial, propiciando o desenvolvimento do futuro docente em relação a esses três pontos: metodologia, ferramentas e conceitos didáticos. A implantação desses três aspectos deve ser relacionada transversalmente durante a formação do professor tanto na modalidade inicial quanto na continuada, pois não basta apenas teorizar, é necessário que o futuro professor tenha contato direto com práticas exemplificadoras, de modo a propiciar uma estreita relação entre a teoria e a prática.

Como dito anteriormente, o currículo de formação inicial é delimitado por meio de uma série de relações hierárquicas de modo que em sala de aula os professores são executores das políticas. Porém, esses não devem executá-las de forma ingênua ou de maneira espontânea. Sacristán (2000, p.287) defende que o estilo profissional dos docentes é o resultado de múltiplas exigências, uma vez que, nas possibilidades que os professores realmente possuem de planejar a prática as estabelecem em razão do tempo, da formação e dos recursos que o profissional dispõe para executar as atividades.

Logo, o que foi descrito e definido pode ser diferente do que foi executado. Tudo o que foi exposto até agora automaticamente culmina na necessidade de investir não apenas na formação inicial e continuada do professor de escola básica, mas também valorizar o papel do docente formador dentro da universidade.

O professor, assim como qualquer profissional, necessita de saberes para o exercício da prática profissional. Nesse sentido, esses saberes devem se interligar, pois, diferentemente de outros

profissionais, o docente precisa de todos os seus saberes imbricados durante as situações do cotidiano.

É natural pensar no exercício da docência que o único saber necessário é conhecer o conteúdo a ser lecionado, todavia não basta que o professor apenas o execute sem metodologia e reflexão, pois a forma com que os objetivos de sua execução são realizados é altamente relevante para um ensino de qualidade.

Esses saberes são elencados por Carvalho e Gil-Pérez (2011) para o professor cuja especificidade seja Ciências Exatas, como a Física, por exemplo, e demonstram o quão rico e variado deve ser o currículo de formação inicial. Isso nos leva à proposição de que o currículo de formação docente e o Projeto Político Pedagógico dos cursos de Licenciatura devem ser algo realizado com cuidado, pesquisa, e que tenha um olhar voltado para a execução da prática.

Os saberes elencados pelos autores supracitados são: conhecer a prática a ser ensinada; conhecer e questionar o pensamento docente de senso comum; adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências; saber analisar criticamente o ensino habitual, estratégias de ensino e aprendizagem como pesquisa; saber dirigir as atividades dos alunos; saber avaliar os requisitos da didática das ciências como eixo articulador.

Essa quantidade de proposições expostas pelos autores não é exclusividade de pensamentos e artigos acadêmicos. Saberes semelhantes são elencados em legislações de formação docente, como no perfil dos egressos delimitados na Resolução n.02/2015. Segundo Santos (2018, p.71), o perfil dos egressos na legislação anteriormente citada está próximo a uma racionalidade docente voltada para a reflexão,[2] de modo que as características dos professores formados por esse currículo são voltadas para o social, a prática pedagógica e a função gestora.

---

2 A racionalidade reflexiva ou os profissionais reflexivos considerados neste capítulo têm relação com os defendidos pelos teóricos Contreras (2002), Mizukami et al. (2010). Nesse caso, de modo resumido, o profissional reflexivo encontra em sala de aula um momento de reflexão não apenas de aplicação da teoria, entendendo que essa necessita estar relacionada à prática do dia a dia.

Essas características da legislação são subdivididas em saberes como: atuar com ética e compromisso com vistas à construção de uma sociedade justa; promover e facilitar relações de cooperação entre instituição educativa, a família e a comunidade; identificar questões e problemas socioculturais e educacionais, com postura investigativa e propositiva; compreender seu papel na formação dos estudantes da educação básica a partir de uma ampla e contextualizada relação de ensino e processos de aprendizagem e desenvolvimento; trabalhar na promoção da aprendizagem e do desenvolvimento de sujeitos de diferentes fases do desenvolvimento humano; dominar conhecimentos específicos e pedagógicos e as abordagens teórico-metodológicas do seu ensino de forma interdisciplinar etc.

O mesmo acontece analogamente dentro de uma prática cuja ferramenta metodológica utilizada faz parte do arcabouço das Teorias Digitais da Informação e Comunicação. Ao escolher uma ferramenta didática, o professor deve ter de forma clara os seus objetivos com a sequência pedagógica que queira seguir. Não basta apenas utilizar a ferramenta, mas é necessário pensar quais referenciais teórico-metodológicos são capazes de auxiliar no cumprimento de seu objetivo.

Essa argumentação e construção teórica se torna mais clara ao pensarmos a respeito do que é um professor ter "didática", ou seja, ensinar com qualidade. Para lecionar com qualidade, o professor necessita, a partir de sua formação inicial, compreender e relacionar em sua prática as ferramentas metodológicas, instrumentais e saber analisar materiais didáticos e paradidáticos.

Logo, o professor formador é um dos principais responsáveis por, além de ensinar para o futuro professor o que fazer e como fazer, trazer para a sala de aula em caráter exemplificador como seria uma aula que compõe todos esses recursos. Ou seja, o professor formador deve propiciar um ambiente para que o futuro professor compreenda como se dá a relação professor-aluno-conteúdo por meio do conhecimento de disciplinas de didática, psicologia da educação e instrumentação para o ensino da disciplina a ser ministrada.

Por fim, como último pilar dessa discussão, buscou-se compreender a intersecção entre as Tecnologias Digitais da Informação e

Comunicação e a prática docente no ensino de Ciências. Nesse caso pontua-se que, da perspectiva do ensino de Ciências, a tecnologia pode ser considerada em diversos fatores e objetivos, pois ela pode funcionar como um facilitador para o ensino de Ciências, tanto em relação à natureza da ciência quanto em relação às tecnologias assistivas, garantindo um ensino de qualidade à parte dos alunos com algum tipo de deficiência.

Iniciaremos então uma breve discussão de como a assistência que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação pode fomentar um ensino apropriado aos alunos com deficiência no contexto brasileiro nas disciplinas de Ciências.

A tecnologia assistiva no ensino inclusivo

O Brasil como um Estado de direito traz em sua Constituição Federal que a educação é um direito social, no Art. 6º do "Capítulo II Dos direitos Sociais" da seguinte forma: "Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição" (Brasil, 2016, p.19). Esse direito, ainda na legislação supracitada, pode ser encontrado no Art. 23, que considera os direitos sociais incluindo a educação como competência comum entre união, estados, distrito federal e municípios.

O que se tem posto em relação às minorias e a qualidade do ensino na Constituição é a necessidade de se entregar uma educação de qualidade, com igualdade de acesso ao ensino e a permanência estudantil. No artigo 206 está posto que:

> O ensino será ministrado com base nos seguintes princípios:
>
> I – igualdade de condições para o acesso e permanência na escola;
>
> II – liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar o pensamento, a arte e o saber;
>
> III – pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, e coexistência de instituições públicas e privadas de ensino;

> IV – gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais;
>
> V – valorização dos profissionais do ensino, garantido, na forma da lei, planos de carreira para o magistério público, com piso salarial profissional e ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos, assegurado regime jurídico único para todas as instituições mantidas pela União;
>
> VI – gestão democrática do ensino público, na forma da lei;
>
> VII – garantia de padrão de qualidade. (ibidem, p.186)

Como vimos no artigo da Constituição mencionado, o ensino deve ser regido por sete princípios que se interligam. O primeiro princípio posto foi a igualdade de condições de permanência no ensino, essa equidade é uma retomada do norte aos quais são estabelecidos os Direitos Sociais. Ora, se a educação é direito de todos, é de obrigação do Estado garantir as mesmas condições de vivenciar esse direito com êxito, independentemente das diferenças e das características que compõem cada sujeito. Essa igualdade de direito à educação com qualidade é estendida no princípio IV, que coloca a gratuidade do ensino público em estabelecimentos oficiais, e no inciso VII.

A qualidade desse direito fica por conta dos incisos II, III, V e VII, pois nesses pontos é possível observar conexões entre a qualidade do ensino e a profissão docente. Nesse caso, a qualidade fica a cargo de uma multiplicidade de embasamento teórico para lecionar e também a necessidade de um plano de carreira docente bem elaborado. Pensar o ensino especializado para pessoas com deficiência, uma formação docente especializada, é de suma importância que seja garantida a qualidade e igualdade das condições de ensino para esse público. Esse atendimento especializado é relacionado no Art. 208:

> Art. 208. O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de:
>
> I – ensino fundamental, obrigatório e gratuito, inclusive para os que a ele não tiveram acesso na idade própria;
>
> II – progressiva extensão da obrigatoriedade e gratuidade ao ensino médio;

> III – atendimento educacional especializado aos portadores de deficiência, preferencialmente na rede regular de ensino;
>
> IV – atendimento em creche e pré-escola às crianças de zero a seis anos de idade;
>
> V – acesso aos níveis mais elevados do ensino, da pesquisa e da criação artística, segundo a capacidade de cada um;
>
> VI – oferta de ensino noturno regular, adequado às condições do educando;
>
> VII – atendimento ao educando, no ensino fundamental, através de programas suplementares de material didático-escolar, transporte, alimentação e assistência à saúde. (ibidem, p.187)

Em 2011 foi sancionado o Decreto n.7.612 de 17 de novembro, em que está descrito o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência: "Plano viver sem limites". Dentre as garantias instituídas no documento, temos no Art.3 a garantia de um sistema educacional inclusivo; ou seja, a educação vai além do direito de o aluno frequentar a escola regular. O artigo implica que esse aluno deve ter acesso a uma escola inclusiva, e não apenas a uma escola com estrutura e métodos de ensino adaptados.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi homologada em 2017, e em sua estrutura estão listados diversos tópicos relacionados a educação. Ao descrever as áreas de conhecimento, as tecnologias aparecem de forma transversal. As tecnologias aparecem entre as competências que devem ser fornecidas por meio da Base Nacional Comum, da seguinte forma: compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problema, exercer o protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2017, p.9).

A tecnologia também é colocada como um dos direitos de aprendizagem e desenvolvimento na educação infantil, como possibilidade de exploração de diversas dimensões:

> Explorar movimentos, gestos, sons, formas, texturas, cores, palavras, emoções, transformações, relacionamentos, histórias, objetos, elementos da natureza, na escola e fora dela, ampliando seus saberes sobre a cultura, em suas diversas modalidades: as artes, a escrita, a ciência e a tecnologia. (Brasil, 2017, p.9)

Ao explorar a tecnologia no âmbito da educação, o documento parte do princípio de que a tecnologia já é algo incorporado no cotidiano desse aluno, considerando que em decorrência do avanço das tecnologias o aluno já tem acesso a ela:

> O estímulo ao pensamento criativo, lógico e crítico, por meio da construção e do fortalecimento da capacidade de fazer perguntas e de avaliar respostas, de argumentar, de interagir com diversas produções culturais, de fazer uso de tecnologias de informação e comunicação, possibilitar aos alunos ampliar sua compreensão de si mesmos, do mundo natural e social, das relações dos seres humanos entre si e com a natureza. (ibidem, p.56)

Como podemos ver, anteriormente a tecnologia já é uma ferramenta do processo de ensino e aprendizagem assegurado pela Base Nacional Comum Curricular. Essa ferramenta de ensino também transcende para a educação na modalidade de educação especial. A Tecnologia Assistiva vem sendo muito utilizada e é definida como

> [...] todo arsenal de recursos e serviços que contribuem para proporcionar ou ampliar habilidades funcionais de pessoas com deficiência e, consequentemente, "promover vida independente e a inclusão", transforma o cotidiano do aluno com deficiência por meio da "independência, qualidade de vida e inclusão social", através da ampliação de sua comunicação, mobilidade, controle de seu ambiente, habilidades de seu aprendizado, trabalho e integração com a família, amigos e sociedade. (Sartoretto; Bersch, 2020)

Ainda segundo o site supracitado, as categorias da Tecnologia Assistiva são: auxílios para a vida diária; comunicação aumentativa (suplementar) e alternativa; recursos de acessibilidade ao computador; sistemas de controle de ambiente; projetos arquitetônicos para acessibilidade; órteses e próteses; adequação postural; auxílios de mobilidade; auxílios para cegos ou com visão subnormal; auxílios para surdos ou com déficit auditivo e adaptações em veículos. O conceito de Tecnologia Assistiva engloba não apenas uma melhor mobilidade, mas vai ao encontro das constituições e dos direitos humanos, assegurando igualdade entre todos os sujeitos.

Considerações finais

Por considerações finais, acreditamos que o caminho legislativo para uma igualdade para as minorias tem sido árduo, o ponto que fica de questionamento como é a preparação docente para atuar em um ambiente da escola inclusiva. Como vimos, a legislação de formação de professores caminha para a garantia de uma escola igualitária. Porém, esse obstáculo é transcendido para o currículo de formação docente e a formação dos professores formadores no âmbito do ensino superior, sendo a tecnologia uma das saídas para a garantia de qualidade e acesso à educação.

Isso posto, resta-nos evidenciar alguns pontos em que a tecnologia entra como facilitadora no ensino de Ciências Exatas. Ao falarmos desse assunto, os pontos mais evidentes sobre a tecnologia são o importante auxílio em relação à natureza da ciência. Sabemos que a educação é um processo de formação do ser humano. Humanizar consiste em pensar, refletir sobre os problemas fundamentais relacionados à existência e ao conhecimento, à verdade, aos valores morais e estéticos, à mente e à linguagem etc.

Quando utilizamos o termo natureza da ciência consideramos o pensar sobre o fazer ciência e a importância de seus resultados para a humanidade; para isso, é necessário entender o processo científico

e compreender o quão importante são seus conceitos. Logo, é necessário tirar a ciência do campo abstrato para o real.

Como caráter exemplificador pontuamos os simuladores de fenômenos da ciência. Esses simuladores são uma importante ferramenta facilitadora para o ensino de conceitos abstratos, materiais de difícil alcance aos sentidos humanos, estudo de movimentos, fenômenos tridimensionais, entre outros, que exigem interatividade, alto nível de cognição e até mesmo muita imaginação.

A ciência sempre esteve intimamente ligada às práticas experimentais, anteriormente até mesmo da constituição do que atualmente se compreende como ciência; logo, o ensino por meio de laboratório (tanto na graduação quanto no ensino básico) se tornou classicamente imprescindível para a formação e para compreender o corpus científico.

O prestígio da atividade prática e do experimento dentro do ensino de ciências é incontestável, e as simulações dentro da educação em ciências podem facilitar o conhecimento sobre conceitos que envolvem experimentos complexos e perigosos, e, quando interativos, esses retiram os alunos da passividade de experimentos demonstrativos tradicionais. Sendo assim, essa ferramenta pode trazer ao ambiente escolar o conteúdo de modo agradável e interessante, desenvolver habilidades como observação, reflexão, comparação e abstração mental. Logo, é necessário que o professor, ao utilizar uma ferramenta como essa, tenha claro seus objetivos com a situação de aprendizagem.

Desenvolver um currículo está diretamente ligado a uma formação inicial ou continuada, exigem-se profissionais formadores e situações formativas práticas pedagógicas capazes de trazer para o futuro professor as bases teóricas e práticas. Ainda sob essa óptica, para que o sujeito aprenda a fazer e aplicar conhecimentos pedagógicos, cabe ao professor formador criar situações que desenvolvam as atividades formativas que levem à reflexão, tornando completo seu aprendizado.

Para que o saber escolar seja transposto na formação inicial do futuro professor, portanto, é necessário que o professor formador se

atualize articulando o "velho" com o "novo saber", a teoria com a prática, e as novas metodologias com as clássicas. Para isso, o professor formador deve continuar em formação dentro da universidade, não apenas em sua área de pesquisa, mas também se mantendo atualizado com práticas pedagógicas inovadoras.

Referências

BRASIL.*Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016.

______. *Decreto n.7.612, de 17 de novembro de 2011*. Institui o Plano Nacional dos Direitos da Pessoa com Deficiência. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2011/Decreto/D7612.htm>. Acesso em: 12 ago. 2020.

_______. Ministério da Educação e Cultura. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília, DF: Ministério da Educação e Cultura. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 12 ago. 2020.

_______. *Parecer CNE/CP 009/2001*. Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília, DF: Conselho Nacional de Educação, [2001]. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/009.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

CADERNO REA. *O que é REA?* 2018. Disponível em: <http://educacaoaberta.org/cadernorea/o_que>. Acesso em: 12 ago. 2020.

CARVALHO, A. M. P.; GÍL-PÉREZ, D. *Formação de Professores de Ciências*: tendências e inovações. 10.ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127p.

CONTRERAS, J. *A autonomia de professores*. São Paulo: Cortez, 2002. 328p.

FLICK, U. *Introdução à pesquisa Qualitativa*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GARCIA, F. M. Tecnologia e educação: relações históricas, locais e mundializadas. *Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v.3, n.1, p.1-9, 2005.

MIZUKAMI, M. G. N. et al. *Escola e Aprendizagem da Docência*: Processos de investigação e formação. São Carlos: Edufscar, 2010. 201p.

ROSSINI, T. S. S.; SANTOS, E. O.; AMARAL, M. M. Recursos Educacionais abertos na formação de Professor-Autor na Cibercultura. *EaD em Foco*, Rio de Janeiro, v.7, n.1, p.1-14, abril. 2017.

SACRISTÁN, J. C. *O currículo*: uma reflexão sobre a prática. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 352p.

SANTOS, T. A. *Diretrizes reestruturadoras das Licenciaturas no Brasil*: Reflexões sobre um currículo de transição do curso de Licenciatura em Física. Bauru, 2018. 345f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. O que é tecnologia assistiva? *Assistiva tecnologia e educação*. Disponível em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html#porque>. Acesso em: 12 ago. 2020.

SCHRAMM, W. *Comunicação de massa e desenvolvimento*: o papel da informação nos países em crescimento. Rio de Janeiro: Bloch Editores, 1977.

SHULMAN, L. S.; SHULMAN, J. H. Como e o que os professores aprendem: uma perspectiva em transformação. *Cadernos cempec*, São Paulo, v.6, n.1, p.120-24, jan./jun., 2016.

Parte 2
Pesquisas desenvolvidas sobre as TDIC

3
Modelos mentais de estudantes sobre mudanças de estados físicos da água: representações expressas em animações

Christian José Amaral de Freitas
Gustavo Bizarria Gibin

Introdução

O conceito de representação do pensamento é essencial para a psicologia cognitiva e para a investigação em ensino de Ciências. Uma notação consiste em qualquer signo ou conjunto de símbolos que representa algum aspecto do mundo exterior ou de nosso interior, ou seja, de nossa imaginação (Moreira; Greca; Palmero, 2002). As representações internas ou mentais são maneiras de reconstruir o mundo externo em nossas mentes (ibidem).

As representações externas são formas de demonstrar externamente as nossas concepções. A *palavra lápis* ou o *desenho de um lápis* são formas de representação externa nas quais o objeto em si está ausente. Na química, existe uma linguagem própria, com representações específicas dos fenômenos e também das substâncias.

Johnson-Laird (1983, p.165) desenvolveu uma teoria que propõe a existência de três tipos de representações internas: proposições, imagens e modelos mentais. De acordo com o autor: "proposições são cadeias de símbolos que correspondem à linguagem natural, modelos mentais são análogos estruturais do mundo e imagens são visualizações de modelos sob um determinado ponto de vista".

As imagens são uma forma de visualização dos modelos mentais, pois assumem um papel central na investigação dos modelos mentais dos estudantes, principalmente no ensino de Ciências.

Representações proposicionais são interpretadas com respeito aos modelos mentais (ibidem, p.156), ou seja, as representações proposicionais podem ser consideradas como auxílio na construção dos modelos mentais. As proposições são muito próximas à linguagem verbal e podem ser consideradas como formas de "entrada", e que propiciam a construção de um modelo mental.

Modelos mentais possuem a função de reconstrução interna dos objetos, eventos, ideias, conceitos, sistemas e estado das coisas. Os modelos mentais, assim como as imagens, são altamente específicos e essa é a característica que diferencia das representações proposicionais. Um modelo mental é composto por *elementos* ("*tokens*") e *relações* que representam um estado de coisas específico, estruturados de uma maneira adequada ao processo sobre o qual deverão operar. Ou seja, cada modelo já é construído de uma maneira coerente com o uso previsto.

É importante notar que não existe um único modelo mental que representa um conceito, fenômeno ou sistema, ou seja, podem existir vários e, além disso, podem existir muitos modelos que o representem de modo ótimo (Johnson-Laird, 1983). Como exemplo, em uma sala de aula do ensino médio é possível perceber vários modelos mentais diferentes e muitas vezes inadequados sobre as mudanças dos estados físicos da água. Cada estudante pode ter criado um modelo mental de acordo com o que entendeu, ou até mesmo de forma inadequada por uma interpretação errônea sobre a fala do professor ou sobre alguma imagem observada nos livros didáticos.

De acordo com Norman (1983), os modelos mentais apresentam as seguintes características gerais:

- São incompletos;
- Em geral, a habilidade das pessoas em "rodar" seus modelos mentais é limitada;
- São instáveis: as pessoas esquecem detalhes do modelo, particularmente quando esse não é utilizados durante certo período;

- Não têm fronteiras bem definidas: operações e conceitos similares são confundidos;
- São "não científicos": as pessoas mantêm padrões de comportamento "supersticiosos", mesmo quando sabem que não são necessários;
- São parcimoniosos: geralmente os modelos mentais são muito simplificados.

Assim, não se deve esperar que os alunos apresentem modelos mentais precisos ou elegantes, mas confusos, incompletos e com problemas (Norman, 1983).

Os modelos mentais, entretanto, estão em constante evolução. As pessoas constroem modelos mentais sobre um sistema ou conceito quando interagem com o sistema ou conceito em estudo.

Existem duas grandes categorias de modelos mentais: os modelos mentais físicos e os conceituais (Johnson-Laird, 1983, p.422). Existe uma grande diferença entre essas duas categorias, os modelos mentais físicos representam o mundo físico e os modelos mentais conceituais, os conceitos mais abstratos.

Dentre os modelos mentais físicos, existem seis grandes tipos:

- *Modelo Relacional*: É considerado o modelo mais simples. Pode ser definido como um "quadro" estático que consiste em um conjunto de elementos que representa entidades físicas que possuem características definidas.
- *Modelo Espacial*: Consiste em um modelo relacional no qual a única relação entre os elementos é de natureza espacial.
- *Modelo Temporal*: É definido como uma sequência de "quadros" espaciais, em uma dimensão constante, que ocorre em uma ordem temporal semelhante à ordem temporal dos eventos. O modelo temporal apresenta uma ordem temporal do evento, porém não é necessariamente linear, e a temporalidade também não é contínua.
- *Modelo Cinemático*: É definido em um modelo temporal que é psicologicamente contínuo. O modelo cinemático representa movimentos e mudanças dos elementos sem descontinuidade

temporal. Pode ser comparado com um filme que é exibido nas mentes das pessoas, no qual o modelo é temporalmente contínuo.

- *Modelo Dinâmico*: consiste em um modelo cinemático em que existem relações entre certos quadros, que representam relações causais entre os eventos representados.
- *Imagem*: consiste em uma representação centrada no observador, de características visíveis de um modelo espacial tridimensional ou de um modelo cinemático/dinâmico. A visualização de um modelo pode ser representada por uma imagem.

O mundo físico pode ser modelado por estudantes no processo de aprendizagem sobre um conceito ou fenômeno químico por meio desses diferentes tipos de modelos físicos.

Modelos mentais sobre conceitos químicos

O processo de compreensão da Química envolve três diferentes níveis representacionais: macroscópico, submicroscópico e simbólico (Johnstone, 1993, 2000). No nível de representação macroscópico os fenômenos ou conceitos em análise são visíveis, e geralmente esse nível de representação é de fácil compreensão. Já no nível submicroscópico, a química é explicada por meio do arranjo e movimento de moléculas, átomos, íons, elétrons e outras espécies subatômicas, ou seja, esse nível não é visível. Já a química em nível simbólico trata das representações de átomos, moléculas, por meio de símbolos químicos, as equações, fórmulas e estruturas (Wu; Krajcik; Soloway, 2001).

Os estudantes possuem diferentes dificuldades de compreensão nos níveis de representação, porém os níveis de representação submicroscópico e simbólico geralmente são os que os estudantes apresentam maior dificuldade, pelo motivo de esses níveis serem abstratos ou invisíveis, e os pensamentos dos alunos são construídos com base nas informações sensoriais (Ben-Zvi; Eylon; Silberstein, 1987).

Os estudantes muitas vezes não conseguem estabelecer relações apropriadas entre o nível macro e o submicroscópico (Gillespie, 1997, p.484), e os modelos mentais são construídos a partir da relação entre o nível macroscópico e o nível submicroscópico. Assim, é importante investigar as dificuldades apresentadas pelos estudantes nas formas de representação, e compreender como são construídos os modelos sobre determinados conceitos químicos. Portanto, torna-se interessante estudar as formas de representações dos alunos e entender a maneira com que eles constroem os modelos mentais de acordo com o conceito estudado.

Assim, ao tentar desenvolver nos estudantes os modelos mentais sobre conceitos químicos, é importante iniciar as atividades didáticas por meio da observação de algo concreto, no nível macroscópico, como a realização de um experimento, por exemplo. Em seguida, é importante empregar imagens, vídeos ou modelos moleculares para estimular os alunos a raciocinarem utilizando o nível de representação submicroscópico e elaborar um modelo mental mais adequado do sistema (Gibin, 2009).

Um modelo mental sobre um conceito químico é construído por meio da interação entre os três níveis: macroscópico, submicroscópico e simbólico. Cabe lembrar que é importante usar o nível simbólico no ensino de Química, porém não deve ser o único nível de representação a ser trabalhado, como acontece atualmente na maioria das escolas de educação básica.

Questão de pesquisa

Quais são os modelos mentais dos alunos do ensino médio, expressos em animações sobre o conceito de mudanças de estados físicos da matéria?

Objetivos

Analisar os modelos mentais representados em nível submicroscópico de estudantes do ensino médio sobre as mudanças de estados físicos da água, por meio da produção de uma animação produzida pelos mesmos, por meio da técnica de *stop motion*.

Metodologia

Foi realizado um minicurso de 5 horas e 20 minutos, para os alunos da segunda série do Ensino Médio de uma escola estadual de um município do oeste paulista. O principal tema abordado foi mudanças de estados físicos da água em nível submicroscópico por meio do uso da técnica de animação Stop-Motion.

Uma explicação conceitual sobre o determinado conceito foi dada aos estudantes antes da produção das animações e o principal foco do minicurso foi analisar os modelos mentais dos alunos sobre o conceito abordado.

O minicurso foi realizado em sala de aula da escola. Foi solicitado para os alunos produzirem uma animação para demonstrar as mudanças de estados físicos da água. De acordo com Moreira (1996), para realizar um estudo sobre os modelos mentais dos alunos, é preciso agir de forma indireta; ou seja, investigar os modelos mentais por meio do que é expresso pelos alunos, seja verbalmente, seja simbolicamente, seja pictoricamente.

É possível, entretanto, surgir dificuldades metodológicas ao se utilizar testes com lápis e papel para levantar os modelos mentais; sendo assim, o uso de animações pode minimizar esse problema. Portanto, a produção de animações pelos próprios alunos é interessante, pelo motivo de ser a mais similar possível em relação ao modelo mental cinemático ou dinâmico, ou seja, um modelo semelhante a um filme contínuo que se passa na mente do aluno, e além disso, é mais fácil de se fazer uma análise sobre os conceitos químicos em nível submicroscópico.

Após uma sucinta explicação sobre o conceito químico abordado, foi feita uma explicação sobre a técnica Stop-Motion, no qual foram detalhados todos os procedimentos para se realizar a técnica de maneira eficiente.

A técnica de Stop-Motion, segundo Werneck (2005, p.66), é definida como "o movimento criado a partir de imagens paradas". O autor ainda completa a definição de stop-motion: "A animação de stop-motion é conseguida quando se fotografam objetos quadro a quadro que, exibidos na velocidade normal de projeção, criam a ilusão de movimento. Isso pode ser feito com bonecos, objetos, brinquedos, pessoas etc.".

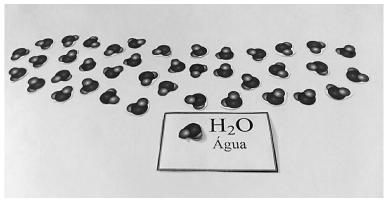
A técnica de animação de objetos inanimados e sem articulações é indicada para crianças que ainda não tiveram contato com nenhum tipo de animação, por causa da facilidade de domínio dessa técnica (ibidem).

Os estudantes foram divididos em grupos de três a cinco pessoas. Após toda a explicação sobre a técnica, foi proposto para os grupos a produção das animações para explicar o conceito químico abordado. Porém, como os grupos possuíam diversas pessoas e que cada pessoa possui um modelo mental diferente do outro, o grupo precisaria debater os modelos individuais. Assim, após a discussão, foi definida uma proposta coletiva e se iniciou a produção das animações.

Conforme apresentado na Figura 3.1 cada grupo recebeu uma grande quantidade de figuras impressas que representam as moléculas de água. Também foi entregue aos grupos uma placa de PVC branca, para servir como fundo e sem atrapalhar a visualização das figuras.

Após o término da produção das animações, o pesquisador exibiu para todos os grupos as animações feitas por eles, incluindo a animação feita pelo pesquisador, para que os estudantes pudessem analisar e ver as principais diferenças existentes entre as animações. Mostrar todas as animações para os estudantes colabora muito para a evolução e formação de um modelo mental mais bem conceituado e elaborado, pois os estudantes podem compreender detalhes que muitas vezes passaram despercebidos durante a montagem da animação.

Figura 3.1 – Figuras impressas que representam moléculas de água e a placa de PVC como fundo.

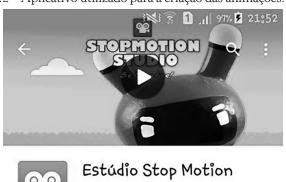
Fonte: Os autores.

Produção das animações

Todas as animações foram feitas por meio da técnica de Stop-Motion. Essa técnica consiste em colocar em sequência uma série de fotografias de objetos ou pessoas para dar a sensação de movimento.

As etapas para a produção das animações se deram da seguinte forma: primeiramente, os alunos, em grupos, precisavam determinar o planejamento, ou seja, imaginar como as figuras ficariam na placa de PVC branca, e determinar as posições iniciais, toda a trajetória e as posições finais de cada figura utilizada. Em seguida, os grupos precisavam colocar cada figura de água em seu determinado lugar, como já predefinido no planejamento, na placa de PVC branca (50x50 cm), conforme mostrado anteriormente na Figura 3.1.

Para obter as fotografias, os estudantes utilizaram os *smartphones*, com um aparelho por grupo. Na Figura 3.2 é apresentado o aplicativo gratuito utilizado para a produção/edição da animação: o *Estúdio Stop-Motion*. Foi solicitado que os estudantes adquirissem esse aplicativo como um requisito para o minicurso, lembrando que esse é de fácil acesso e é disponível para *smartphones* que possuem

sistema operacional Android, Windows Phone e iOS. O pesquisador disponibilizou o *smartphone* pessoal para os grupos que estavam sem o equipamento.

Figura 3.2 – Aplicativo utilizado para a criação das animações.

Fonte: Os autores.

Como auxílio na produção das animações, foram utilizados tripés, conforme mostrado na Figura 3.3, para manter os *smartphones* imóveis durante a produção das animações. Foi discutida a importância de a câmera não se mover durante a produção das animações.

Para uma animação com qualidade técnica, inicialmente é necessário que todas as fotos possuam a mesma distância entre a câmera e as figuras, e também o mesmo ângulo, para que a ilusão de movimento funcione de forma adequada.

Figura 3.3 – Tripés empregados como auxílio para a sustentação dos smartphones na produção das animações.

Fonte: Os autores.

Após todos estes preparativos, os estudantes desenvolviam pequenos movimentos nas figuras conforme o planejamento da trajetória e faziam fotos para registrar mudanças nas posições das figuras.

Depois de finalizada a etapa da produção das fotografias, por meio do aplicativo Estúdio Stop-Motion, os próprios alunos editavam a animação. Foi discutida a importância da taxa de Quadros Por Segundo (QPS) e depois os alunos regularam essa variável durante a produção dos vídeos.

As animações produzidas pelo pesquisador foram obtidas de modo semelhante, utilizando as mesmas figuras impressas, bem como o mesmo aplicativo no *smartphone* para a edição da animação.

A animação foi elaborada com o objetivo de discutir os elementos mais importantes do modelo das mudanças de estados físicos da água, como a orientação espacial das espécies químicas em razão das cargas e polaridade, e também a distância entre uma molécula e outra, dependendo do estado físico.

Resultados e discussão

Todas as animações foram feitas sem a intervenção do pesquisador, as animações feitas com representações em nível submicroscópico permitem a análise dos modelos expressos dos alunos sobre o conceito químico abordado.

Cabe ressaltar que os elementos analisados foram a orientação espacial das espécies químicas e a distância entre cada molécula de água, apresentadas em cada estado físico da água.

O minicurso foi ministrado para três turmas da segunda série do ensino médio. O Quadro 3.1 mostra as salas participantes do minicurso e a quantidade de grupos que cada sala possuía.

Em geral, a maioria dos grupos apresentou modelos adequados sobre as mudanças de estado físico. Do total de 18 grupos, 15 apresentaram representações adequadas sobre o elemento orientação espacial, e 13 grupos representaram de forma adequada as distâncias entre moléculas. Cabe salientar que geralmente os estudantes possuem dificuldades de compreensão em nível submicroscópico e a maioria dos modelos expressos pelos alunos nesta pesquisa foi considerada adequada.

Quadro 3.1 – Salas participantes e quantidades de grupos

Turmas	Número de grupos
2º A	7
2º B	6
2º C	5

Fonte: Os autores.

Na primeira turma a ser analisada, o 2º A, os alunos se dividiram em sete grupos diferentes, conforme mostrado no Quadro 3.1, onde todos os grupos apresentaram uma maneira semelhante seus modelos. Ao observar o Quadro 3.2, pode-se analisar quais grupos apresentaram um conceito de orientação espacial e distância molecular adequada.

Quadro 3.2 – Análise do conceito de orientação e distância – 2º A

Grupos	Orientação Espacial	Distância entre as moléculas
1	Adequada	Inadequada
2	Adequada	Parcialmente adequada
3	Adequada	Adequada
4	Confusa	Inadequada
5	Adequada	Adequada
6	Adequada	Adequada
7	Adequada	Adequada

Fonte: Os autores.

Pode-se observar no Quadro 3.2 que a maioria dos alunos dessa turma apresentou modelos adequados sobre orientação espacial e sobre a distância entre as moléculas.

O Grupo 1 conseguiu demonstrar uma orientação adequada, porém, a distância entre as moléculas de água a 0 ºC e a 50 ºC ficou muito semelhante, e a 50 ºC as moléculas precisariam estar mais afastadas umas das outras, pois pode dar a impressão de continuarem no estado sólido, como é possível observar na Figura 3.4. Na temperatura de 120 ºC, o grupo conseguiu apresentar um modelo adequado.

Figura 3.4 – Mudança de estado físico da água – Grupo 1.

Fonte: Os autores.

O Grupo 2 conseguiu representar adequadamente a orientação espacial, porém, a distância entre as moléculas foi analisada como parcialmente adequada. No intervalo de –10 ºC a 50 ºC pode-se considerar o modelo adequado, pois foi mostrada a distância entre as moléculas, porém a 120 °C, o grupo representou algumas moléculas extremamente próximas, dando a entender que essas moléculas poderiam estar no estado líquido ou até mesmo no estado sólido, conforme demonstrado na Figura 3.5, onde estão circuladas as moléculas que tiveram orientações espaciais consideradas inadequadas. Portanto, a animação representa um modelo considerado parcialmente adequado em relação a distância entre as moléculas.

Figura 3.5 – Mudança de estado físico da água – Grupo 2.

Fonte: Os autores.

O Grupo 3 conseguiu demonstrar adequadamente tanto a orientação espacial como também a distância entre as moléculas, e esse grupo chamou a atenção pelo fator da criatividade. Os estudantes conseguiram fazer uma animação diferenciada e mais elaborada, conforme mostrado na Figura 3.6. Pode-se observar que esse grupo tomou todo o cuidado para demonstrar em qual estado físico a água se encontra, por meio do uso de uma legenda, e para demonstrar o aumento da temperatura o grupo ilustrou uma fogueira. É possível observar a diferença entre as distâncias de cada molécula de acordo com o estado físico da água.

Figura 3.6 – Mudança de estado físico da água – Grupo 3.

Fonte: Os autores.

O Grupo 4 apresentou uma orientação espacial confusa, pois, a 50 °C é exibido um aglomerado das moléculas de água e a distância entre as moléculas foi considerada inadequada. Nas temperaturas de –10 °C e 120 °C as representações são consideradas adequadas, porém na temperatura de 50 °C as moléculas de água continuam extremamente juntas, dando a impressão de continuar no estado sólido, conforme apresentado na Figura 3.7.

Figura 3.7 – Mudança de estado físico da água – Grupo 4.

Fonte: Os autores.

O Grupo 5 elaborou uma animação com os conceitos de orientação e distância entre moléculas adequadas. É possível ver a distância entre as moléculas em cada estado físico, de acordo com a Figura 3.8.

Figura 3.8 – Mudança de estado físico da água – Grupo 5.

Fonte: Os autores.

O Grupo 6 também possuiu uma orientação adequada juntamente com a distância entre as moléculas, porém na temperatura de

50 ºC a água está em uma forma de cubo, foi considerado adequado se imaginar que na animação a água estaria em um recipiente em formato de cubo, pois, o estado físico líquido possui volume definido, mas não possui forma definida, por esse motivo foi considerado o recipiente nessa animação. Já no estado gasoso, não possui nem volume e nem forma definida, como o grupo representou de forma adequada, como se pode ver na Figura 3.9.

Figura 3.9 – Mudança de estado físico da água – Grupo 6.

Fonte: Os autores.

O Grupo 7 também usou a criatividade e demonstrou de forma adequada a orientação e a distância entre as moléculas. Pode-se observar que na temperatura de –10 ºC foi representado o gelo em formato de cubos, e nas temperaturas de 50 ºC e 120 ºC eles usaram representações de recipientes, de acordo com a Figura 3.10.

Figura 3.10 – Mudança de estado físico da água – Grupo 7.

Fonte: Os autores.

A segunda turma a ser analisada foi o 2º B, e conforme o Quadro 3.3, é possível analisar as representações dos grupos com enfoque na orientação espacial e a distância entre as moléculas.

O Grupo 8 apresentou uma orientação e uma distância adequada, pois pode-se observar que o grupo expressou de forma adequada a distância entre as moléculas, de acordo com a Figura 3.11. Apesar de a segunda figura não possuir legenda, é possível observar que o

Quadro 3.3 – Análise do conceito de orientação e distância – 2º B

Grupos	Orientação Espacial	Distância entre as moléculas
8	Adequada	Adequada
9	Sem Orientação	Sem Distância
10	Adequada	Adequada
11	Adequada	Adequada
12	Adequada	Parcialmente adequada
13	Adequada	Adequada

Fonte: Os autores.

estado físico da água é líquido e a distância entre as moléculas na temperatura de 120 ºC evidenciam que quanto maior a temperatura, maior será a distância entre elas.

Figura 3.11 – Mudança de estado físico da água – Grupo 8.

Fonte: Os autores.

O Grupo 9 não definiu uma orientação espacial e nem a distância distinta entre as moléculas nos diferentes estados físicos. Entretanto, é inegável a criatividade do grupo, pois foi utilizado um gráfico da temperatura em razão do tempo, que demonstrou graficamente a relação de dependência dos estados físicos em relação à temperatura, conforme mostrado na Figura 3.12.

Figura 3.12 – Mudança de estado físico da água – Grupo 9.

Fonte: Os autores.

O Grupo 10 apresentou uma grande criatividade também, pois eles colocaram as moléculas de água, em –10 ºC, em forma de cubos de gelo, e representaram o recipiente como se fosse uma panela exposta ao Sol, ocorrendo então, primeiramente, a fusão do sólido para o líquido e, logo após, a evaporação, do liquido para o gasoso, de acordo com a Figura 3.13.

Figura 3.13 – Mudança de estado físico da água – Grupo 10.

Fonte: Os autores.

O Grupo 11 representou de forma surpreendente as mudanças de estado físico da água, porém na temperatura de 0 ºC não se pode analisar a distância entre as moléculas, mas nas outras temperaturas pode-se observar a distância demonstrada pelo grupo. E esse grupo também chamou a atenção pelo motivo da criatividade, como é possível observar na Figura 3.14.

Figura 3.14 – Mudança de Estado físico da água – Grupo 11.

Fonte: Os autores.

O Grupo 12 apresentou uma orientação um pouco confusa, pelo motivo de as moléculas estarem muito aglomeradas, e a distância entre as moléculas na temperatura em que o estado físico era líquido foi considerada inadequada, pois há moléculas muito próximas, como se estivesse no estado sólido; porém, nas temperaturas de 0 ºC e 120 ºC há distâncias consideradas adequadas, como se pode ver na Figura 3.15. Portanto, sobre a distância entre as moléculas, os modelos expressos foram considerados parcialmente adequados.

Figura 3.15 – Mudança de estado físico da água – Grupo 12.

Fonte: Os autores.

O Grupo 13 apresentou orientação e distância adequadas. Outro ponto que chamou a atenção foi a criatividade, pois foram representados cubos de gelo para a água em estado sólido. Isso evidencia que o nível macroscópico interfere nos modelos mentais, com os cubos de gelo se derretendo e tomando o recipiente como forma, e foi evidenciado que o grupo está ciente do que acontece em nível submicroscópico, e também estabelece relações com o nível macroscópico. Na temperatura de 120 °C o vapor de água perdendo a forma do recipiente e o estado gasoso não têm forma nem volume definido, como se pode observar na Figura 3.16.

Figura 3.16 – Mudança de estado físico da água – Grupo 13.

Fonte: Os autores.

E por fim, os modelos do 2 °C foram analisados e são apresentados no Quadro 3.4.

Quadro 3.4 – Análise do conceito de orientação e distância – 2º C

Grupos	Orientação Espacial	Distância entre as moléculas
14	Inadequada	Adequada
15	Adequada	Adequada
16	Adequada	Adequada
17	Adequada	Adequada
18	Adequada	Adequada

Fonte: Os autores.

Pode-se observar no Quadro 3.4 que a maioria dos alunos dessa turma apresentou modelos adequados sobre orientação espacial e sobre a distância entre as moléculas. Apenas um grupo apresentou dificuldades com a orientação espacial.

O Grupo 14, apesar de toda a criatividade, não conseguiu demonstrar adequadamente a orientação espacial. Foi expresso um aglomerado de moléculas de água, dificultando a visualização; mesmo assim, conseguiu demonstrar de forma simples a distância entre as moléculas, como apresentado na Figura 3.17.

Figura 3.17 – Mudança de estado físico da água – Grupo 14.

Fonte: Os autores.

O Grupo 15 conseguiu demonstrar a orientação espacial e a distância entre as moléculas; apesar de não utilizar a legenda das temperaturas, é possível observar e saber qual o estado físico da água em cada figura, conforme visto na Figura 3.18.

Figura 3.18 – Mudança de estado físico da água – Grupo 15.

Fonte: Os autores.

O Grupo 16 conseguiu demonstrar de maneira adequada tanto a orientação espacial como também a distância entre moléculas. O grupo utilizou uma representação de um recipiente para mostrar a diferença entre o volume e a forma de cada um dos estados físicos da água, de acordo com a Figura 3.19. É possível observar que não foram seguidas as orientações sobre a técnica do Stop-Motion, pois as fotografias foram produzidas por meio de ângulos diferentes.

Figura 3.19 – Mudança de estado físico da água – Grupo 16.

Fonte: Os autores.

Sobre o Grupo 17, é possível analisar que o grupo conseguiu demonstrar a orientação espacial e a distância entre as moléculas, apesar de que no meio da animação pode-se observar que há uma troca de recipiente entre a figura que mostra a –10 °C e as figuras de 50 °C e 120 °C, conforme mostrado na Figura 3.20.

Figura 3.20 – Mudança de estado físico da água – Grupo 17.

Fonte: Os autores.

O Grupo 18, apesar de não utilizar legendas para as temperaturas, conseguiu demonstrar cada estado físico, utilizando adequadamente a orientação espacial e a distância entre as moléculas, de acordo com a Figura 3.21. É interessante salientar que na representação do estado gasoso, as moléculas de água estão fora do recipiente, pois o sistema está aberto.

Figura 3.21 – Mudança de estado físico da água – Grupo 18.

Fonte: Os autores.

Após as análises feitas por grupos, tornou-se possível analisar qual das três salas da 2ª série do ensino médio apresentou os modelos mentais mais adequados. Com a análise dos Quadros 3.1 a 3.4, é possível observar que a sala que expressou modelos mais adequados é a 2º C, pois a maioria dos grupos dessa sala conseguiu demonstrar adequadamente a orientação espacial e a distância entre as moléculas. A 2º B mostrou uma enorme criatividade para a elaboração das animações, tornando a sala que mais desenvolveu os modelos mentais de forma mais diferenciada; já a maioria dos grupos do 2º A demonstrou modelos mais simplificados. Por fim, cabe salientar que a maioria dos modelos foi considerada adequada em todas as turmas, e isso é importante, uma vez que esses elementos são difíceis de serem abordados em aulas e serem inseridos nos modelos expressos dos estudantes.

Considerações finais

De forma geral, os modelos mentais dos estudantes sobre as mudanças de estados físicos da água expressos nas animações foram semelhantes. A grande maioria dos grupos levou em consideração a orientação espacial e a distância entre as moléculas de água, e somente alguns grupos não conseguiram demonstrar de maneira adequada. Apenas um grupo não demonstrou as mudanças de estado físico da água em nível submicroscópico. Apesar da semelhança entre os modelos mentais, é importante investigar os modelos dos estudantes, pois sobre um determinado conceito podem existir diversos modelos mentais diferentes. É importante salientar que geralmente é difícil observar modelos adequados sobre esse conteúdo, representados em nível submicroscópico, inclusive em outros níveis de ensino, como o ensino superior.

Houve alguns modelos expressos que surpreenderam os pesquisadores, em relação à animação ser elaborada ao ponto de possuir um modelo mental adequado, como também na parte da criatividade, pois alguns grupos utilizaram a criatividade para complementar ainda mais as animações.

Outro ponto interessante que foi possível analisar foi o uso dos materiais do cotidiano para auxiliar na elaboração das animações, como representações de panelas, copos, cubos de gelo e até forma de gelo. Assim, foram estabelecidas relações entre os níveis macroscópico e submicroscópico nos modelos expressos pelos estudantes.

A produção de animações como metodologia para a investigação de modelos mentais dos alunos, apesar de ser uma técnica muito recente, demonstrou bons resultados, pois além de conseguir investigar como os alunos pensam os conceitos químicos, e também investigar os modelos mentais em nível submicroscópico.

Uma grande vantagem dessa metodologia reside em ser relativamente barata, pois os recursos utilizados mais caros são o computador e os *smartphones*, e a grande maioria dos estudantes já possuía o *smartphone*. Outra vantagem da técnica é a fácil compreensão e domínio para se realizar as animações que os estudantes demonstraram, pois os alunos conseguem se concentrar em representar o conceito abordado de uma forma "livre", ou seja, sem algo predefinido pelos pesquisadores, pois o planejamento da animação fica por conta do grupo.

Uma desvantagem observada por essa metodologia foi o tempo para a produção das animações, pois cada grupo levou em média 5 horas e 20 minutos, apesar do intervalo dado para um descanso, para fazer o planejamento e a produção de cada fotografia para a animação. Uma proposta que poderia ser abordada pelos professores seria empregar essa atividade como um trabalho extracurricular; ou seja, os alunos iriam ter um tempo maior para a produção da animação, além deles poderem utilizar outros materiais para auxiliar na fabricação do Stop-Motion.

O professor poderia também propor essa técnica juntamente com experimentos em nível macroscópico sobre o conceito abordado, pois assim os alunos poderiam relacionar o nível macroscópico, feito no experimento, com o nível submicroscópico, e auxiliar no desenvolvimento dos modelos mentais mais adequados para os estudantes sobre os conceitos abordados.

É de extrema importância que os docentes investiguem os modelos mentais de seus alunos sobre conceitos químicos, nos mais diversos

níveis de ensino, pois quando o professor conhece o modelo do aluno e sabe onde está a maior dificuldade sobre o conceito, pode direcionar sua explicação para auxiliar na compreensão e melhorar os modelos mentais que os alunos desenvolvem com o decorrer dos estudos.

Referências

BEN-ZVI, R.; EYLON, B.; SILBERSTEIN, J. Student's visualization of a chemical reaction. *Education in Chemistry*, v.17, p.117-120, 1987.

GIBIN, G. B. *Investigação sobre a construção de modelos mentais para o conceito de soluções por meio de animações*. São Carlos, 2009. 260f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade de Federal de São Carlos.

GILLESPIE, R. G. Commentary: reforming the general chemistry textbook. *Journal of Chemical Education*, v.74, n.5, p.484-5, 1997.

JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental models*: towards a cognitive Science of language, inference, and consciousness. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching. *Journal of Chemical Education*, v.70, n.9, p.701-5, 1993.

_______. Chemical education research: where from here? *University Chemistry Education*, v.4, n.1, p.34-8, 2000.

MOREIRA, M. A. Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.1, n.3, p.193-232, 1996.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; PALMERO, M. L. R. Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza & aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Investigação em Educação em Ciências*, v.2, n.3, p.36-56, 2002.

NORMAN, D. A. Some observations on mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (Ed.) *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1983. p.6-14.

WERNECK, D. L. *Estratégias digitais para o cinema independente*. Belo Horizonte, 2005. 197f. Dissertação (Mestrado em Artes) – Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais.

WU, H. K.; KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, v.38, n.7 p.821-42, 2001.

4
Desenvolvimento de modelos mentais de alunos sobre escala de pH por meio do uso de uma simulação computacional

Andressa Silva dos Santos
Gabriela Martins Piva
Gustavo Bizarria Gibin

Introdução

Ao analisar os currículos escolares, podemos perceber que a Química consiste na Ciência da Natureza que estuda composição, propriedades da matéria e suas transformações. Ademais, os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2000, p.31) declaram que:

> O aprendizado de Química pelos alunos de ensino médio implica que eles compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos.

Portanto, o ato de ensinar química tem como objetivo formar cidadãos com o conhecimento necessário para que compreendam o ambiente e tomem decisões de modo consciente e responsável.

Apesar do reconhecimento da importância do ensino de Química nas escolas, esta é uma disciplina rejeitada por parte dos alunos, pois é vista como algo abstrato, entediante e dificilmente contextualizada ao cotidiano. Parte dessas dificuldades enfrentadas pelos alunos

consiste em relacionar os três níveis de conhecimento químico, pois, segundo Johnstone (2000), a química é compreendida por meio de três níveis representacionais: *macroscópico, submicroscópico* e *simbólico*. O *nível macroscópico* envolve os nossos sentidos, ou seja, aquilo que é aparente, palpável, consistente etc. O *submicroscópico* consiste naquilo que não é possível interagir de maneira direta, como os átomos, moléculas etc. O *nível simbólico* envolve a representação de conceitos ou fenômenos da química, por meio dos símbolos, fórmulas e equações. Por exemplo, ao mencionar o elemento hidrogênio, pode-se utilizar o símbolo H, pois consiste em uma linguagem universal.

Assim, o aluno consegue compreender um determinado conteúdo de química quando é capaz de relacionar os três níveis representacionais e construir modelos mentais semelhantes aos modelos científicos. De acordo com Johnson-Laird (1983), os modelos mentais são a representação interna de informações, conceitos ou fenômenos que correspondem a determinados eventos, ou seja, trata-se da maneira pela qual os alunos organizam as informações coletadas em forma de modelos construídos internamente, que facilitam seu entendimento sobre diversos conteúdos abordados.

Norman (2014) afirma que as principais características dos modelos mentais são: incompletas, pois geralmente as pessoas possuem a habilidade de "executar" seus modelos mentais de forma limitada; os modelos podem ser instáveis, pois as pessoas esquecem detalhes do modelo; eles não têm fronteiras bem definidas, uma vez que operações e conceitos semelhantes são confundidos; em muitos casos, os modelos mentais são "não científicos", pois as pessoas mantêm padrões de comportamento "supersticiosos", assim os modelos mentais de uma pessoa refletem suas crenças sobre o sistema em estudo; e por fim, são econômicos, ou seja, os modelos elaborados tendem a ser o mais simples possível.

Há uma diversidade de modelos mentais sobre um mesmo assunto, e é possível que existam semelhanças e diferenças entre eles. Portanto, cada modelo mental é completamente único; mesmo com algumas inexatidões em aspecto de amplitude podem ser

aceitos, desde que existam os aspectos considerados fundamentais. Os *aspectos fundamentais* ou *elementos* são aqueles que especificam propriedades essenciais de um determinado conceito; enquanto os *aspectos de amplitude* são aqueles não essenciais, porém detalham de modo que especificam um determinado conceito. Por exemplo, ao elaborar um modelo mental que representa uma faca, deve-se possuir como *aspecto fundamental* uma ferramenta cortante, e como *aspecto de amplitude*: a cor, o material, o formato e o tamanho.

Para que o aluno construa um modelo mental mais próximo ao modelo científico, a aula tradicional, na qual o professor utiliza apenas giz e lousa, pode não ser a abordagem mais apropriada e, por isso, cada vez mais são explorados novos recursos. Atualmente, um dos recursos que ampliam a disponibilidade de informações consiste nas Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), capazes de auxiliar a interação do professor com os alunos por meio de ferramentas como: vídeos, variedade de imagens e simuladores (Silveira; Nunes; Soares, 2013). O uso do simulador computacional será o foco do trabalho.

Os simuladores são programas de computador que trazem modelos de um sistema ou processo, isto é, uma possível ferramenta pedagógica que possibilita instigar o interesse dos alunos, tornando o ambiente escolar mais dinâmico, em que o aluno atua, juntamente com o professor, como construtor do seu próprio conhecimento em conteúdos teóricos e práticos (Melo; Melo, 2005).

Ao abordar modelos científicos nas disciplinas de química, juntamente com simuladores, pode-se contribuir na construção dos modelos mentais dos alunos, por apresentar detalhes que, talvez, a aula tradicional não aborde de forma clara. Um dos assuntos que requerem essa riqueza de detalhes e é discutido nas escolas é a escala de pH, que abrange definições sobre ácidos e bases. O simulador utilizado para trabalhar esse assunto foi desenvolvido pelo *grupo PhET* da Universidade Colorado-Boulder, nomeado como *Escala de pH*.

Assim, ao aplicar um simulador que é capaz de relacionar os três níveis representacionais do tema abordado, isto é, *macroscópico*, *submicroscópico* e *simbólico*, além de despertar o interesse do aluno de

interagir de maneira direta com tais conceitos, é possível promover um aprimoramento no seu modelo mental.

Ao estudar a escala de pH utilizam-se também conceitos matemáticos como a equação de primeiro grau, que relaciona o pH com o pOH e leitura de notação científica. Assim como na química, os alunos apresentam uma atitude negativa e indiferença sobre a disciplina de Matemática (Dante, 2010). Isso pode ser atribuído ao fato de possuir exagero no treino de algoritmos e regras desvinculadas de situações reais, além do pouco envolvimento do aluno com aplicações da matemática que exijam o raciocínio e o modo de pensar matemático para resolvê-los (ibidem).

Outra dificuldade encontrada na sala de aula é desconstruir o costume de decorar os conceitos sem de fato compreendê-los. Essa observação é confirmada por Oliveira (2008, p.55), pois segundo ela "os estudantes do ensino médio apresentam apenas aprendizado superficial sobre o que são ácidos e bases", isto é, os alunos ao invés de aprender os conceitos, acabam por decorar.

O simulador pode, portanto, proporcionar soluções para diversos itens, tais como: (i) relacionar os três níveis representacionais da química; (ii) despertar o interesse do aluno ao tornar o ambiente escolar mais dinâmico; (iii) apresentar exemplos relacionados ao cotidiano, aprimorar as concepções alternativas; e, por fim (iv) a junção de todos esses itens pode influenciar positivamente na construção de um modelo mental cada vez mais próximo ao modelo científico.

Questão de pesquisa

Quais são os modelos mentais dos alunos do ensino médio, construídos a partir de aulas teóricas e do uso de simuladores computacionais, sobre o conceito de escala de pH?

Objetivos

Aprimorar e analisar os modelos mentais de alunos da 3ª série do ensino médio de uma escola pública de Presidente Prudente (SP) sobre escala de pH por meio da aplicação de simuladores computacionais.

Metodologia

Realizou-se uma atividade com uso de simuladores sobre o conceito de escala de pH com quatro turmas de 3ª série do ensino médio, com um total de 99 alunos, de uma escola estadual na região central do município de Presidente Prudente (SP). A atividade foi realizada na sala de informática da escola.

Inicialmente, uma breve aula teórica foi ministrada para as turmas e teve duração de aproximadamente 15 minutos, na qual os alunos acompanhavam a discussão com um resumo do conteúdo impresso. Após essa introdução, foi entregue um questionário com instruções para utilizarem o simulador e perguntas sobre os conceitos químicos abordados. Cabe salientar que o conteúdo foi abordado segundo o planejamento do professor de Química da escola.

Cabe ressaltar que a identidade dos alunos participantes foi preservada, por isso eles não tiveram seus nomes revelados e foram identificados ao longo do texto da seguinte forma: Aluno A, Aluno E etc.

Os alunos realizaram as atividades propostas no simulador Escala de pH, desenvolvido pelo grupo PhET da Universidade Colorado-Boulder. Todos os alunos puderam tirar dúvidas sobre a utilização do simulador.

Os detalhes sobre o resumo teórico, o simulador e o questionário aplicado na atividade estão expostos a seguir.

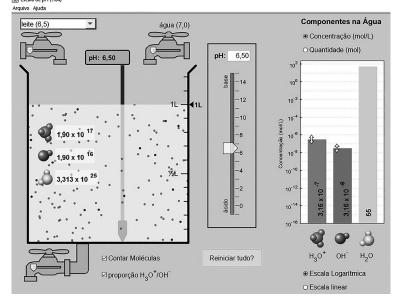
Resumo teórico

Iniciou-se a intervenção didática com a distribuição de um resumo teórico para cada aluno. O resumo estava dividido em dois tópicos. O primeiro abordava a teoria de ácidos e bases de Arrhenius. O segundo exemplificava como determinar o pH e pOH das substâncias por meio de cálculos e como diferenciar se as substâncias tinham caráter ácido ou básico por meio da análise das concentrações dos íons hidroxila (OH^-) e íons hidrogênio (H^+). Essas definições foram exemplificadas com substâncias presentes no cotidiano, facilitando assim a leitura da escala de pH.

Simulador

A simulação nomeada *Escala de pH* em sua versão em português é de fácil acesso a professores e alunos. Desenvolvida pelo *grupo PhET* da Universidade de Colorado-Boulder, pode ser baixada gratuitamente por meio do site: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/> ou ser utilizada de forma *online*. Essa simulação aborda os modelos de algumas substâncias básicas, ácidas e neutras, que permitem a interação do usuário para a variação da escala de pH. Sua interface está representada na Figura 4.1.

No canto superior esquerdo é possível selecionar diversas substâncias, como: leite, água, refrigerante, sabonete e outros presentes no cotidiano, o que pode instigar o interesse dos alunos. Essas substâncias são representadas no recipiente e seu pH é indicado na escala ao lado. Também podem-se selecionar as opções "contar moléculas" ou "proporção de H_3O^+/OH^-" que facilitarão na visualização dos íons hidroxila e hidrogênio. O gráfico ao lado direito da Figura 4.1 permite uma visualização da concentração (mol/L) e da quantidade de matéria (mol) dos íons hidroxila e hidrogênio. Tanto a escala de pH quanto o gráfico permitem uma interação direta do usuário que pode alterar esses valores por meio das setas e observar as mudanças consequentes no recipiente.

Figura 4.1 – Interface do simulador escala de pH.

Fonte: Phet Colorado Boulder.

Como indicado na Figura 4.1, portanto, é possível verificar que o simulador relaciona, de fato, os três níveis representacionais da química, como mencionado por Johnstone (2000). O nível macroscópico consiste nas ilustrações de substâncias conhecidas, recipiente e torneira, enquanto o nível submicroscópico é a representação dos íons por meio das bolinhas e o simbólico reside na utilização da escala e dos gráficos.

Questionário

Para a coleta de dados foi aplicado um questionário que continha instruções sobre o uso do simulador e com perguntas relacionadas aos conceitos abordados na aula teórica e no simulador. O questionário foi organizado para a posterior análise em dois tópicos, apresentados a seguir:

Parte I – Conceitos importantes (vistos de forma teórica)

Na questão 1, foi solicitado aos alunos que completassem as lacunas com os termos "ácido" e "base" para relembrar os conceitos abordados tanto na aula teórica quanto no resumo teórico. Na questão 2, era esperado que os alunos localizassem substâncias na escala de pH de acordo com o conhecimento sobre o caráter ácido ou básico das substâncias.

Parte II – Uso do simulador

Na questão 1, os alunos seguiram instruções que possibilitavam a visualização no simulador das quantidades de íons hidroxila e hidrogênio das substâncias: líquido secante, água e ácido de bateria. Posteriormente, eles ilustraram uma proporção semelhante ao que foi visualizado.

Na questão 2, seguindo as instruções para o uso do simulador, os alunos anotaram as diferentes concentrações de íons hidroxila e hidrogênio nas substâncias: sabonete, água e vômito. Posteriormente, explicaram a relação entre essas concentrações e o pH.

Na questão 3, os alunos marcaram como "verdadeira" ou "falsa" algumas afirmações, utilizando o simulador como apoio para elaborar suas respostas.

Na questão 4, utilizou-se o simulador para consultar o pH de cada substância e, por meio dessa informação, os alunos deveriam determinar o pOH a partir da equação solicitada ($pOH + pH = 14$), abordada tanto na aula teórica quanto no resumo teórico.

Na questão 5, houve uma interação direta dos alunos com o gráfico, pois ao realizar a alteração da concentração de íons hidroxila era possível visualizar de forma instantânea as mudanças que ocorreram no pH e identificar a substância como ácida ou básica. Posteriormente, houve outra interação com a escala de pH, movendo a seta até o número 1. Assim, eles alteraram o pH da solução para 1 e visualizaram as mudanças nas concentrações dos íons hidroxila e hidrogênio, e por fim, os alunos classificaram a substância como ácida ou básica.

Resultados e discussão

Sobre o uso do simulador

O simulador de Escala de pH é de fácil manuseio e não houve problemas por parte dos alunos em sua utilização. As ilustrações são simples e claras, tornando a interação com o simulador bastante intuitiva, e todos os itens são operados com apenas o mouse.

Atividade orientada com o questionário

Os questionários foram respondidos pelos alunos individualmente, permitindo que seus modelos mentais fossem expressos. A atividade teve a participação de um total de 99 alunos, com a análise dividida em dois tópicos e com diversas questões, como descrita anteriormente.

Parte I – Conceitos importantes (abordados de forma teórica)

Na questão 1, foi avaliada a quantidade de modelos adequados e inadequados. Os modelos considerados como adequados são aqueles que estavam de acordo com a teoria de Arrhenius sobre ácidos e bases, já os modelos inadequados são aqueles que não seguiam tal teoria. Os estudantes deveriam preencher trechos de frases com o termo ácido e base que abordavam as definições dos conceitos e

Tabela 4.1 – Elementos analisados sobre a teoria de ácido-base

Questão 1 – Parte I	
Modelos (4 itens analisados na questão)	**Frequência (%)**
Todos os itens adequados	95,0
Todos os itens inadequados	1,0
Um item inadequado	3,0
Dois itens inadequados	1,0

Fonte: Os autores.

identificação do caráter ácido ou básico de certas substâncias. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.1.

Uma resposta considerada adequada, do aluno A, no qual representa 95,0% dos alunos, encontra-se na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Modelo adequado do aluno A de acordo com a teoria de ácido-base de Arrhenius.

A. Ácido é toda substância que em água libera íons hidrogênio (H^+).
B. Base é toda substância que em água libera íons hidroxila (OH^-).
C. O vinagre possui pH = 3, por isso é considerado um(a) ácido
D. A água do mar possui pH = 8, por isso é considerado um(a) base.

Fonte: Os autores.

Nota-se, então, que 95,0% dos alunos preencheram adequadamente as lacunas; assim, houve indícios de que os alunos compreenderam esses conceitos, porém, de acordo com Oliveira (2008), tais definições podem ser decoradas de forma sistemática e não seriam realmente compreendidas, isto é, é demonstrada uma aprendizagem mecânica em que o aluno apenas decora as informações recebidas sem, realmente, entender o sentido.

Nos demais dados apresentados, observou-se que apenas 1,0% respondeu inadequadamente todos os itens; 3,0% dos alunos responderam inadequadamente apenas um item; e 1,0% dos alunos respondeu inadequadamente apenas dois itens.

A Figura 4.3 representa um modelo parcialmente adequado, pois o aluno B se enganou em apenas um item da questão.

Figura 4.3 – Modelo parcialmente adequado do aluno B de acordo com a teoria de ácido-base de Arrhenius.

A. ácido é toda substância que em água libera íons hidrogênio (H^+).
B. base é toda substância que em água libera íons hidroxila (OH^-).
C. O vinagre possui pH = 3, por isso é considerado um(a) ácido
D. A água do mar possui pH – 8, por isso é considerado um(a) neutro

Fonte: Os autores.

Os alunos que tiveram dificuldades possivelmente se confundiram com alguns conceitos abordados em aula, pois deixaram de identificar adequadamente, a partir do valor de pH, a acidez ou a basicidade da substância.

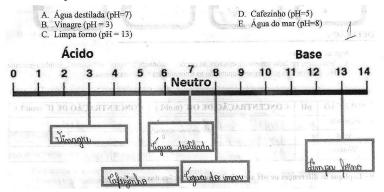
Na questão 2, foram avaliados os modelos sobre a escala de pH, uma vez que cinco itens deveriam ser avaliados quanto ao pH: água destilada, vinagre, limpa forno, cafezinho e água do mar. Os modelos considerados adequados nessa questão são aqueles que relacionaram a substância com a escala de pH, respeitando seu caráter ácido ou básico. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2 – Elementos analisados na escala de pH

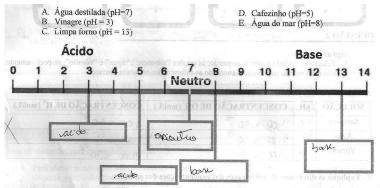
Questão 2 – Parte I	
Modelos	**Frequência (%)**
Adequados	97,0
Inadequados	3,0

Fonte: Os autores.

Nessa questão havia cinco itens para serem analisados, e 97,0% responderam adequadamente todos eles, como na resposta do aluno A, indicado na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Modelo adequado do aluno ao relacionar a substância com a escala de pH.

Fonte: Os autores.

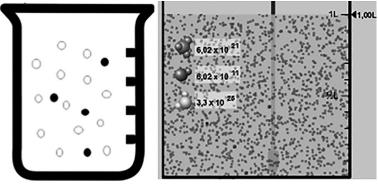
Além disso, nota-se que 3,0% dos alunos responderam de forma inadequada a questão, como a resposta do aluno D, indicado na Figura 4.5.

Figura 4.5 – Modelo inadequado do aluno D ao relacionar a substância com a escala de pH.

Fonte: Os autores.

Observa-se que o modelo inadequado não é justificado por uma falha conceitual, pois o aluno preencheu adequadamente o que era ácido, base e neutro na escala de pH, entretanto houve um equívoco na interpretação da questão, em que solicitava-se o preenchimento com as substâncias listadas.

Parte II – Uso do simulador

Na questão 1, foi solicitado aos alunos ilustrarem os íons H^+ e os íons OH^- de acordo com o pH indicado e com a observação do simulador. Como indicado no exemplo da Figura 4.6(b), as bolinhas vermelhas representam os íons H^+ e as bolinhas azuis representam os íons OH^- no simulador. Na Figura 4.6(a), que exemplifica a forma que os alunos poderiam representar no questionário, a partir de suas interpretações do que foi visualizado no simulador, as bolinhas vazias representam os íons H^+ e as bolinhas preenchidas representam os íons OH^- da solução de "vômito", indicando uma solução ácida.

Figura 4.6 – Representação dos íons H^+ e OH^- da solução de "vômito".

(a) Exemplo do questionário (b) Simulador

Fonte: (a) Os autores; (b) Phet Colorado Boulder.

Note-se que, ao representar os íons, o aluno não precisava se limitar às quantidades exatas do simulador, poderia apenas indicar uma proporção aproximada entre os íons, como no exemplo da Figura 4.6(a). Então, a partir desse exemplo, foi solicitado que os alunos representassem as proporções de íons das soluções "líquido secante" (base), "água" (neutra) e "ácido de bateria" (ácido).

Assim, na análise dos questionários, os modelos considerados adequados são todos os itens preenchidos de acordo com a proporção de íons de caráter ácidos ou básicos. Os itens considerados inadequados continham proporções incoerentes às substâncias solicitadas. Já nos modelos considerados parcialmente adequados, havia pelo menos um item com proporções incoerentes com o pH das substâncias. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Elementos analisados na representação dos íons

Questão 1– Parte II	
Modelos	**Frequência (%)**
Todos os itens adequados	56,6
Um item adequado	27,3
Dois itens adequados	10,1
Todos os itens inadequados	6,0

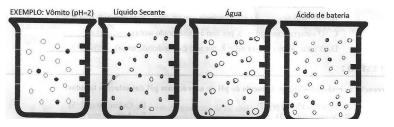
Fonte: Os autores.

Nessa questão, 56,6% dos alunos responderam de maneira adequada todos os itens, pois representaram os íons das três soluções solicitadas de acordo com o esperado.

Assim, por ser uma representação visual da definição abordada anteriormente de Arrhenius, em que "ácido é toda substância que em água libera íons hidrogênio (H^+)" (representado pelas bolinhas vermelhas no simulador e bolinhas vazias pelos alunos) e "base é toda substância que em água libera íons hidroxila (OH^-)" (representado pelas bolinhas azuis no simulador e bolinhas preenchidas pelos alunos), esperava-se que a porcentagem de alunos que atendessem ao modelo da definição também representasse adequadamente na ilustração.

Ao comparar, porém, os resultados entre a representação da proporção de íons e a questão que abordava somente a teoria, observou-se uma diminuição de modelos adequados, pois 95,0% definiram de forma adequada a teoria de Arrhenius, e apenas 56,6% representaram de forma adequada a ilustração. Tal fato evidencia o que já foi citado por Oliveira (2008), que os alunos podem ter apenas decorado sem realmente interpretar o conceito.

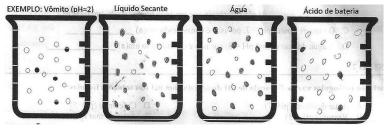
Um exemplo do modelo adequado, do aluno A está representado na Figura 4.7.

Figura 4.7 – Modelo adequado do aluno A em relação à representação das proporções dos íons H^+ e OH^-.

Fonte: Os autores.

Sobre o "líquido secante", o aluno representou uma maior quantidade de bolinhas preenchidas, isto é, maior quantidade de íons OH^- ao respeitar o pH de caráter básico da solução em questão. Para a "água" foi definida a mesma quantidade de cada íon e, portanto,

foi indicado o pH neutro da solução. Para o "ácido de bateria", o aluno demonstrou maior quantidade de bolinhas vazias, ou seja, mais íons H^+, indicando um pH ácido à solução.

Houve, porém, alunos que tiveram dificuldades, pois 27,3% dos alunos apresentaram de forma inadequada uma das três soluções solicitadas, evidenciando que houve a falta de interpretação dos conceitos abordados da teoria de Arrhenius ou dificuldades no momento da representação. A Figura 4.8 representa um modelo considerado parcialmente adequado de apenas uma das soluções, do aluno B.

Figura 4.8 – Modelo parcialmente adequado do aluno B em relação à representação das proporções dos íons H^+ e OH^-.

Fonte: Os autores.

O "líquido secante" e o "ácido de bateria" foram ilustrados como o esperado, ao respeitar todas as proporções entre os íons de forma adequada. Entretanto, a "água" foi ilustrada de maneira equivocada, com mais bolinhas preenchidas (OH^-) do que bolinhas vazias (H^+); mas, de acordo com a teoria, deveriam estar representadas na mesma quantidade, pois se trata de uma solução neutra.

Ademais, notou-se que 10,1% dos alunos ilustraram de forma inadequada os íons de duas soluções, das três solicitadas. É possível que esses alunos tenham confundido o conceito ao representar as quantidades dos íons, tal como na Figura 4.8, ou inverteram os símbolos dos íons.

Uma parcela menor dos alunos, de apenas 6,0%, ilustrou de forma inadequada todas as soluções. Na análise dos dados foi possível

notar que na verdade a maioria desses alunos não compreendeu o que foi proposto na questão, como o modelo considerado inadequado do aluno D, indicado na Figura 4.9.

Figura 4.9 – Modelo inadequado do aluno D em relação à representação das proporções dos íons H^+ e OH^-.

Fonte: Os autores.

Conclui-se que o aluno D não compreendeu o proposto pela questão, pois representou traços e algumas bolinhas de forma aleatória, sem nenhuma aproximação das representações utilizadas na questão, no qual era representado por bolinhas vazias e preenchidas.

Na questão 2, foi solicitado aos alunos selecionarem a caixa que continha as opções de substâncias, localizada no canto superior esquerdo do simulador. Assim, seguindo as instruções do questionário, eles deviam escolher as soluções "sabonete", "água" e "vômito". Posteriormente, observar no gráfico de cada uma das substâncias as concentrações dos íons OH^- e H^+, como indicado na Figura 4.10.

Após analisarem os gráficos de cada uma das soluções, os alunos deveriam explicar as diferenças de pH com base nas concentrações observadas, ou seja, (a) a solução com maior concentração de íons OH^- possui pH básico; (b) a solução que apresenta concentrações iguais dos íons H^+ e OH^- possui pH neutro; e (c) a solução com maior concentração de íons H^+ possui pH ácido.

Logo, baseado na leitura e interpretação do gráfico das concentrações dos íons (mol/L) do simulador, os modelos considerados adequados são aqueles que relacionaram adequadamente a proporção das concentrações de H^+ e OH^- para todos os valores de pH. Os

Figura 4.10 – Gráfico das concentrações dos íons (mol/L) do simulador.

(a) Solução "sabonete" (b) Solução "água" (c) Solução "vômito"

Fonte: Phet Colorado Boulder.

modelos considerados inadequados são aqueles que relacionaram inadequadamente a proporção das concentrações de OH^- e H^+ para cada pH. Enquanto os modelos parcialmente adequados são aqueles que relacionaram vagamente a proporção das concentrações de OH^- e H^+ para cada pH. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4 – Elementos analisados na relação dos íons com o pH, baseados no gráfico das concentrações dos íons (mol/L) do simulador

Questão 2 – Parte II	
Modelos	**Frequência (%)**
Relacionaram adequadamente a proporção das concentrações de H^+ e OH^- para cada pH	17,2
Relacionaram parcialmente adequada a proporção das concentrações de OH^- e H^+ para cada pH	27,3
Relacionaram inadequadamente a proporção das concentrações de OH^- e H^+ para cada pH	48,4
Em branco	7,1

Fonte: Os autores.

Assim, foi observado que 17,2% dos alunos responderam adequadamente a questão ao relacionar as soluções ácidas, básicas ou neutras com as concentrações dos íons. A Figura 4.11 representa uma resposta adequada do aluno E.

Figura 4.11 – Modelo adequado do aluno E sobre a relação dos íons com o pH, baseados no gráfico das concentrações dos íons (mol/L) do simulador.

A- Anote os dados visualizados no simulador

SOLUÇÃO	pH	CONCENTRAÇÃO DE OH^- (mol/L)	CONCENTRAÇÃO DE H^+ (mol/L)
Sabonete	10	$1{,}00 \times 10^{-4}$	$1{,}00 \times 10^{-10}$
Água	7	$1{,}00 \times 10^{-7}$	$1{,}00 \times 10^{-7}$
Vômito	2	$1{,}00 \times 10^{-12}$	$1{,}00 \times 10^{-2}$

B - Explique as diferenças de pH através das concentrações das soluções.

O sabonete é base (pH=10) porque tem uma maior concentração de OH^- (mol/L)
A água é neutra (pH=7) porque tem uma concentração igual de H^+ (mol/L) e de OH^- (mol/L).
O vômito é ácido (pH=2) porque tem uma maior concentração de H^+ (mol/L)

Fonte: Os autores.

Dessa forma, a resposta do aluno E foi considerada adequada, visto que mencionou o pH de cada solução e indicou de forma coerente ao modelo científico qual íon se encontrava em maior ou igual concentração em cada caso.

Figura 4.12 – Modelo parcialmente adequado do aluno F sobre a relação dos íons com o pH, baseados no gráfico das concentrações dos íons (mol/L) do simulador.

SOLUÇÃO	pH	CONCENTRAÇÃO DE OH^- (mol/L)	CONCENTRAÇÃO DE H^+ (mol/L)
Sabonete	10,00	$1{,}00 . 10^{-4}$ mol/L	$1{,}00 . 10^{-10}$ mol/L
Água	7,00	$1{,}00 . 10^{-7}$ mol/L	$1{,}00 . 10^{-7}$ mol/L
Vômito	2,00	$1{,}00 . 10^{-12}$ mol/L	$1{,}00 . 10^{-2}$ mol/L.

B - Explique as diferenças de pH através das concentrações das soluções.

• a solução de sabonete foi encontrada base com pH equivalente a 10,00
• a solução de água foi encontrada com pH em mesma concentração de OH^- e H^+ sendo neutra
• a solução de vômito foi encontrada ácida, com pH equivalente a 2,00

Fonte: Os autores.

Avaliou-se que 27,3% dos alunos apresentaram modelos parcialmente adequados, pois citaram a concentração dos íons adequadamente, porém de forma vaga. A Figura 4.12 indica a resposta do aluno F, considerada parcialmente adequada.

Observa-se que o aluno citou o pH de cada solução de acordo com o esperado, porém mencionou apenas a concentração dos íons encontrada na solução "água" e desconsiderou as soluções "sabonete" e "vômito", por isso foi considerado um modelo parcialmente adequado.

Nessa questão quase metade dos alunos (48,4%) apresentou modelos inadequados. Na Figura 4.13, o aluno G respondeu inadequadamente a questão.

Figura 4.13 – Modelo inadequado do aluno G sobre a relação dos íons com o pH, baseados no gráfico das concentrações dos íons (mol/L) do simulador.

A- Anote os dados visualizados no simulador

SOLUÇÃO	pH	CONCENTRAÇÃO DE OH^- (mol/L)	CONCENTRAÇÃO DE H^+ (mol/L)
Sabonete	10	$1,00 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-10}$
Água	7	$1,00 \times 10^{-7}$	$1,00 \times 10^{-7}$
Vômito	2	$1,00 \times 10^{-12}$	$1,00 \times 10^{-2}$

B - Explique as diferenças de pH através das concentrações das soluções.

as diferenças são que quando o pH é ácido é que quando há maior concentração é o H^+. Quando é neutro é o OH^-. Enquanto base é o H^+

Fonte: Os autores.

Nota-se uma incoerência na resposta do aluno G ao afirmar que o pH ácido e básico contém maiores concentrações de íons H^+, e que o pH neutro tem maior concentração de OH^-, ou seja, houve um erro conceitual. Além disso, alguns alunos (7,1%) deixaram a questão em branco.

Na questão 3, era necessário julgar as afirmativas como verdadeiras ou falsas, de acordo com o observado no simulador e, em seguida, justificar sua escolha. Havia quatro afirmativas, no qual relacionavam soluções presentes no dia a dia dos alunos com os conceitos de pH.

As respostas, portanto, foram analisadas de acordo com o modelo científico; assim, os modelos considerados adequados são aqueles que definiram apropriadamente as afirmações como verdadeiro ou falso e a justificaram de maneira apropriada. Os modelos inadequados são aqueles em que os alunos apontaram e justificaram de forma errônea as afirmações como verdadeiras ou falsas. Já os modelos parcialmente adequados são aqueles que ou apontaram apropriadamente como verdadeiro ou falso ou somente justificaram de maneira adequada. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Elementos analisados sobre o julgamento e explicação das afirmativas em relação às substâncias e seus respectivos pH

Questão 3	
Modelo	**Frequência (%)**
Julgou apropriadamente como (V) ou (F) e a justificou de maneira adequada	80,8
Julgou inapropriadamente como (V) ou (F) e justificou de maneira inadequada	5,1
SOMENTE justificou de maneira adequada	1,3
SOMENTE julgou apropriadamente como (V) ou (F)	8,1
Em branco	4,7

Fonte: Os autores.

A Figura 4.14 representa a resposta adequada do aluno A, que aparece em 80,8% das respostas dos estudantes; ou seja, apresentou o modelo "julgou apropriadamente como (V) ou (F) e a justificou de maneira adequada".

Figura 4.14 – Modelo adequado do aluno A sobre o julgamento e explicação das afirmativas em relação às substâncias e seus respectivos pH.

A. O sangue é considerado uma solução ácida (F) (pH=7,40)

A afirmativa é falsa, pois há uma maior concentração de OH^-.

Fonte: Os autores.

O aluno A, além de julgar apropriadamente as afirmativas como "verdadeiro" ou "falso", explicou de forma coerente ao utilizar os conceitos dos valores de pH e das diferentes concentrações dos íons.

O aluno H julgou de maneira equivocada as afirmativas, bem como se enganou ao explicar sua escolha, representando 5,1% dos alunos que apresentaram esse modelo. A Figura 4.15 apresenta a resposta desse aluno.

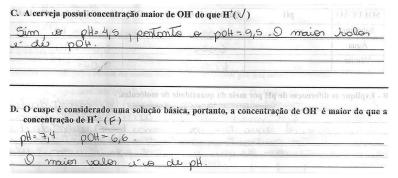
Figura 4.15 – Modelo inadequado do aluno H sobre o julgamento e explicação das afirmativas em relação às substâncias e seus respectivos pH.

C. A cerveja possui concentração maior de OH^- do que H^+ (√)

Sim, o pH= 4,5, portanto o pOH = 9,5. O maior valor é do pOH.

D. O cuspe é considerado uma solução básica, portanto, a concentração de OH^- é maior do que a concentração de H^+. (F)

pH = 7,4 pOH = 6,6.

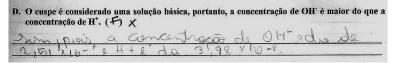
O maior valor é o de pH.

Fonte: Os autores.

Assim, observou-se que o aluno H julgou como verdadeira a afirmativa; no entanto a solução "cerveja" era representada como ácida no simulador, e havia maior concentração de íons H^+ e o pH era abaixo de 7. Assim, ocorreu uma falha conceitual sobre a teoria de pH e de atenção aos dados fornecidos pelo simulador.

Poucos alunos apresentaram somente a explicação (1,3%); isto é, não julgaram adequadamente as afirmações como "verdadeiras" ou "falsas", porém utilizaram conceitos apropriados para explicar. Logo, não houve coerência entre o julgamento e a justificativa da sua escolha. Por exemplo, o aluno D que apresenta esse modelo está representado na Figura 4.16.

Figura 4.16 – Modelo parcialmente adequado do aluno D sobre o julgamento e explicação das afirmativas em relação às substâncias e seus respectivos pH.

D. O cuspe é considerado uma solução básica, portanto, a concentração de OH^- é maior do que a concentração de H^+. (F) X

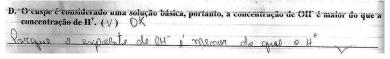
sim, pois a concentração de OH^- é de $2,51 \times 10^{-7}$ e H+ é da $3,98 \times 10^{-8}$.

Fonte: Os autores.

Apesar de o aluno D julgar a afirmativa como falsa de maneira equivocada, sua justificativa utilizou valores corretos dos íons OH^- e H^+, o que indicaria, assim como no enunciado, que há uma maior concentração de íons OH^- do que de íons H^+. Essa incoerência entre seu julgamento e sua justificativa pode ter ocorrido por uma dificuldade com os conceitos matemáticos, como a leitura dos valores em notação científica (Dante, 2010).

Alguns alunos (8,1%) julgaram apropriadamente como "verdadeiro" ou "falso", porém enganaram-se em sua justificativa. A Figura 4.17 representa esse modelo por meio da resposta do aluno B.

Figura 4.17 – Modelo parcialmente adequado do aluno B sobre o julgamento e explicação das afirmativas em relação às substâncias e seus respectivos pH.

D. O cuspe é considerado uma solução básica, portanto, a concentração de OH^- é maior do que a concentração de H^+. (V) OK

Porque o expoente de OH^- é menor do que o H^+

Fonte: Os autores.

O aluno B julgou de maneira adequada, mas, novamente, nota-se que há incoerência entre seu julgamento e sua justificativa, que também pode ter ocorrido por uma dificuldade em conceitos matemáticos.

Na questão 4, foi avaliado por meio de quatro itens que os alunos deveriam apresentar os cálculos e a resposta final, se eles compreenderam a relação direta entre pH e pOH por meio da equação: pH + pOH = 14.

Em vista disso, os modelos considerados adequados são aqueles em que os cálculos e os resultados estão corretos em todos os itens. Os modelos inadequados são aqueles em que os cálculos não são realizados da maneira correta em nenhum item. E os modelos parcialmente adequados são aqueles em que os cálculos de apenas alguns itens estão corretos. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Elementos analisados nos cálculos de pH e pOH

Questão 4	
Modelos	**Frequência (%)**
Parcialmente adequado	13,1
Todos os itens adequados	66,7
Não apresentou os cálculos	13,1
Em branco	7,1

Fonte: Os autores.

Essa questão exigia a compreensão de conceitos matemáticos, além de conceitos químicos. Como já mencionado, notou-se que os alunos possuem grandes dificuldades de compreensão sobre a matemática, principalmente ao reproduzirem as equações de primeiro grau na forma escrita, quando os alunos apresentaram erros no desenvolvimento dos cálculos.

Esses equívocos estão associados ao fato da dificuldade que os alunos possuem em raciocínios matemáticos e, por consequência, de resolver tais equações, como afirma Dante (2010).

Uma parcela de alunos (13,1%) teve suas respostas classificadas como parcialmente adequadas, isto é, não atingiu a resposta adequada em todos os itens, porém, em algum desses, houve coerência em sua resposta. Um exemplo desses modelos parcialmente adequados está representado na Figura 4.18, o modelo do aluno A.

Nota-se que o aluno A respondeu de maneira coerente dois itens e inadequadamente os outros dois; logo se conclui que esse aluno não manteve o mesmo raciocínio no decorrer da questão, portanto o seu modelo foi considerado parcialmente adequado.

Figura 4.18 – Modelo parcialmente adequado do aluno A em relação aos cálculos de pH e pOH.

Sabonete (pH=10,0)	Leite (pH=6,5)	Ácido de bateria (pH=1,0)	Refrigerante (pH=2,5)
pOH + pH=14 4 + 10=14	8 + 6 =14	13 + 1 = 14	12 + 2 =14
pOH= 4	pOH= 8	pOH= 13	pOH= 12

Fonte: Os autores.

A maioria dos alunos respondeu todos os itens adequadamente (66,7%) e conseguiu expressar seus cálculos de forma clara e objetiva. A Figura 4.19 representa o modelo adequado do aluno D.

Figura 4.19 – Modelo adequado do aluno D em relação aos cálculos de pH e pOH.

Sabonete (pH= 10)	Leite (pH=6,5)	Ácido de bateria (pH= 1)	Refrigerante (pH= 2,5)
pOH+pH= 14 pOH + 10= 14 pOH= 14- 10=4	pH+pOH=14 6,5+pOH=14 14-6,5=7,5	13+pH= 14 14-13= 1	pH+ pOH=14 2,5+ pOH =14 14-2,5=11,5
pOH= 4	pOH= 7,5	pOH= 13	pOH= 11,5

Fonte: Os autores.

A maioria dos alunos apresentou o modelo adequado; entretanto, houve dificuldades em outras respostas. Uma parte deles não apresentou os cálculos (13,1%); outra parte deixou todos os itens em branco (7,1%); e como já mencionados, outros alunos responderam

apenas alguns itens adequadamente (13,1%). Tendo em vista que a questão envolvia conceitos básicos tanto de química quanto de matemática, esperava-se um rendimento superior ao obtido.

Na questão 5, na parte A, os alunos selecionaram a solução "líquido qualquer" de pH neutro e era solicitado interagir com o gráfico e aumentar a concentração de íons hidroxila (OH^-). Em sua resposta, era esperada a citação do aumento de pH e, consequentemente, a afirmação de que a solução final era básica, justificando como a causa da variação desses fatores o aumento da concentração dos íons hidroxila.

Dessa forma, os modelos considerados adequados são aqueles em que foram relacionados ambos os fatores: o aumento de pH e a classificação da solução básica. Os modelos considerados inadequados são aqueles em que não foi citado o aumento de pH e a solução não foi classificada como básica. E os modelos parcialmente adequados são aqueles em que somente a solução final foi classificada como básica ou somente o aumento de pH foi citado. Os dados coletados estão quantificados na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Elementos analisados sobre a percepção dos alunos ao relacionar as consequências do aumento da concentração de íons hidroxila

Questão 5 – Parte A	
Modelo	**Frequência (%)**
Relacionaram ambos os fatores (aumento de pH e classificação da solução básica)	88,9
Somente classificou a solução final como básica	5,1
Citou somente o aumento de pH	2,0
Não citou o aumento de pH e não classificou a solução como básica	3,0
Em branco	1,0

Fonte: Os autores.

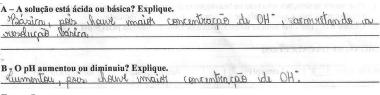
Notou-se que a maioria dos alunos (88,9%) apresentou um modelo adequado; ou seja, além de afirmar o aumento de pH, classificou a solução final como básica. Um exemplo desse modelo é a resposta do aluno A que está representado na Figura 4.20.

Figura 4.20 – Modelo adequado do aluno A sobre a percepção das consequências do aumento da concentração de íons hidroxila.

A – A solução está ácida ou básica? Explique.

Básica, pois houve maior concentração de OH^-, caracterizando a resolução básica.

B - O pH aumentou ou diminuiu? Explique.

Aumentou, pois houve maior concentração de OH^-.

Fonte: Os autores.

Observa-se que nessa resposta, considerada adequada, o aluno justificou de maneira clara sua percepção sobre o aumento de pH e a basicidade da solução final em relação ao aumento da concentração de íons hidroxila.

Um número reduzido de alunos não atingiu completamente o modelo adequado, isto é, citou apenas uma das duas variações consequentes do aumento dos íons hidroxila. Portanto, avaliou-se que 5,1% afirmaram somente que a solução final era básica, e 2,0% citaram somente o aumento de pH. Uma representação desses modelos é a resposta do aluno F, indicado na Figura 4.21.

Figura 4.21 – Modelo parcialmente adequado do aluno F sobre a percepção das consequências do aumento da concentração de íons hidroxila.

A – A solução está ácida ou básica? Explique.

A solução está neutra, pois seu pH = 7.

B - O pH aumentou ou diminuiu? Explique.

O pH aumentou quando a seta da coluna azul foi puxada. Isso porque quanto maior o número de moléculas de OH^- maior o pH.

Fonte: Os autores.

Nota-se que o aluno F equivocou-se ao responder o primeiro questionamento, afirmando que o pH era neutro. Acredita-se que nesse momento não houve uma interpretação clara do enunciado, e sua resposta foi dada antes de seguir as instruções, uma vez que no segundo questionamento está respondido detalhadamente o que era esperado.

Poucos alunos (3,0%) não perceberam e/ou não citaram nenhum dos fatores que variaram com o aumento dos íons hidroxila, portanto, não atingiram o modelo adequado. Apenas 1,0% dos estudantes deixou a resposta em branco.

Na parte B desta questão, era necessário interagir de maneira direta com a escala de pH ao selecionar a solução "líquido qualquer" e, por meio das instruções, posicionar a seta da escala do pH no número "1". Portanto, eram esperadas respostas em que a solução final era ácida e que, com a diminuição do pH, houve uma diminuição dos íons hidroxila (OH^-) e o aumento de íons hidrogênio (H^+).

Assim, os modelos considerados adequados são aqueles em que foram relacionados ambos os fatores: a classificação da solução como ácida e a diminuição dos íons hidroxila. Os modelos considerados inadequados são aqueles em que a solução não foi classificada como ácida e não foi citada a diminuição dos íons hidroxila. Por fim, os modelos parcialmente adequados são aqueles em que somente foi citada a diminuição da concentração dos íons hidroxila ou somente a solução final foi classificada como ácida. Os dados analisados estão quantificados na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Elementos analisados sobre a percepção dos alunos ao relacionar as consequências da diminuição do pH

Questão 5 – Parte B	
Modelo	**Frequência (%)**
Relacionaram ambos os fatores (classificação da solução como ácida e diminuição dos íons hidroxila)	78,8
Somente citou a diminuição da concentração dos íons hidroxila	3,0
Somente classificou a solução final como ácida	14,2
Não classificou a solução como ácida e não citou a diminuição dos íons hidroxila	3,0
Em branco	1,0

Fonte: Os autores.

A maioria dos alunos (78,8%) apresentou o modelo adequado; isto é, relacionou que com a diminuição do pH obteve-se uma solução ácida e uma diminuição consequente dos íons hidroxila. Um exemplo desse modelo é a resposta do aluno H representada na Figura 4.22.

Figura 4.22 – Modelo adequado do aluno H sobre a percepção das consequências da diminuição do pH.

C – A solução está acida ou básica?
Explique. A solução se encontra ácida, pois a concentração de H^+ é maior que OH^-

D – A concentração de OH^- aumentou ou diminuiu? A concentração de H^+ está maior ou menor que a concentração de OH^-? Explique.
Diminuiu porque a solução se tornou ácida

Fonte: Os autores.

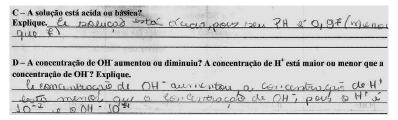
Alguns alunos apresentaram modelos parcialmente adequados; isto é, houve a percepção de apenas um dos dois fatores, consequentes da diminuição do pH. Assim, 3,0% somente citaram a diminuição da concentração dos íons hidroxila, e 14,2% somente classificaram a solução final como ácida.

Desse modo, foi observado que a maioria desses alunos teve maior dificuldade em notar a diminuição da concentração dos íons hidroxila. A Figura 4.23 representa esse modelo por meio da resposta do aluno G.

Figura 4.23 – Modelo parcialmente adequado do aluno G sobre a percepção das consequências da diminuição do pH.

C – A solução está acida ou básica?
Explique. A solução está ácida, pois seu pH é 0,97 (menor que 7)

D – A concentração de OH^- aumentou ou diminuiu? A concentração de H^+ está maior ou menor que a concentração de OH^-? Explique.
A concentração de OH^- aumentou, a concentração de H^+ está menor que a concentração de OH^-, pois o H^+ é 10^{-2} e o OH^- 10^{-14}

Fonte: Os autores.

Esse aluno classificou corretamente a solução final como ácida; entretanto, equivocou-se ao afirmar que ocorreu um aumento dos íons hidroxila. A partir de sua justificativa, notou-se mais uma vez que a dificuldade desse aluno está nos conceitos matemáticos sobre notação cientifica.

Poucos alunos (3,0%) não perceberam e/ou não citaram nenhum dos fatores que variaram com a diminuição do pH; portanto, não apresentaram um modelo adequado. Apenas 1,0% deixou a resposta em branco.

Em vista desses resultados, a maioria dos alunos desenvolveu modelos adequados tanto sobre ácidos quanto bases.

Considerações finais

A metodologia aplicada foi interessante no ensino de Química pelo fato de que o simulador utiliza figuras com detalhes que envolvem os três níveis representacionais (macroscópico, submicroscópico e simbólico) existentes na disciplina de Química, como defende Johnstone (2000), pois sem essa relação dos três níveis representacionais os alunos sentem uma grande dificuldade em compreender os conceitos teóricos.

Além disso, o simulador promove uma interação mais dinâmica dos estudantes com representações do conhecimento químico e dispõe de substâncias presentes no cotidiano do aluno, o que pode despertar seu interesse e, consequentemente, torna o conceito abordado mais atrativo. Assim, por meio desses fatores, observa-se que o aluno é capaz de compreender o conceito de forma mais rápida e clara e, por consequência, construir um modelo mental mais completo e mais coerente com os modelos científicos.

Logo, em relação à leitura da escala de pH, que foi o foco do trabalho, pode-se afirmar que os estudantes tiveram uma aprendizagem sobre o assunto, visto que eles não apresentaram grandes dificuldades tanto na questão conceitual (questão 2, Parte I), quanto nas demais questões que envolviam o uso do simulador (Parte II).

Ao analisar as questões em que eram abordados os conceitos de maneira mais direta, em que os alunos deveriam apresentar as definições de ácido e base segundo a teoria de Arrhenius, notou-se que a maioria dos alunos (94,95%) respondeu adequadamente. No entanto, na questão em que os alunos deveriam aplicar tais definições, por meio da representação em figuras, observou-se que apenas um pouco mais que a metade dos alunos (56,57%) respondeu adequadamente. Assim, ao comparar tais dados, pode-se validar a afirmação de Oliveira (2008), de que em muitos casos os alunos apenas memorizam os conceitos sem compreendê-los de forma clara.

Apesar de alguns equívocos encontrados nas questões, observou-se em sala um maior entusiasmo dos alunos no desenvolvimento da atividade pela interação com o simulador.

Também foi observado que, apesar de os simuladores representarem os íons H^+ e OH^- com cores diferentes, ainda assim, os alunos confundiam essas espécies, então isso gerava dúvidas quando interpretavam o caráter ácido ou básico de cada substância. Portanto, é necessário fazer uma ressalva sobre a aquisição de significado das representações de cada espécie química do simulador e nos diversos recursos didáticos pelos estudantes, para minimizar as suas dificuldades e auxiliar na construção de seus modelos mentais.

Ainda que o simulador não seja capaz de sanar completamente todas as dificuldades, como apresentado e discutido anteriormente, essa ferramenta se mostrou importante no processo de construção dos modelos mentais dos alunos para que se aproximem do modelo científico. As simulações tornaram o ambiente escolar mais dinâmico, em que o aluno interage com o conceito abordado por meio dos três níveis representacionais e, ainda, desperta a curiosidade ao utilizar exemplos simples de seu cotidiano.

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. *Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio*. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

DANTE, L. R. *Formulação e resolução de problemas de matemática*: teoria e prática. São Paulo: Ática, 2010.

JOHNSON-LAIRD, P. N. *Mental models*: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness. Cambridge: Harvard University Press, 1983.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of chemistry: logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, v.1, n.1. p.9-15, 2000.

MELO, E. S. N.; MELO, J. R. F. Softwares de simulação no ensino de Química: uma representação social na prática docente. *Educação Temática Digital*, v.6, n.2, p.51-63, 2005.

NORMAN, D. A. Some observations on mental models. In: ___. *Mental models*. S. l.: Psychology Press, 2014. p.15-22.

OLIVEIRA, A. M. de. *Concepções alternativas de estudantes do Ensino Médio sobre ácidos e bases*: um estudo de caso. Porto Alegre, 2008. 63f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SILVEIRA, L. F.; NUNES, P.; SOARES, A. C. Simulações virtuais em Química. *Revista de Educação, Ciência e Cultura*, v.18, n.2, p.131-48, 2013.

5
Utilização de simuladores no aprendizado de gráficos em Cinemática

Ana Maria Osorio Araya
Roger D'Avila Oliveira

Introdução

Ao analisarmos a literatura sobre a matemática na resolução de problemas, concordamos com Gómez e Terán (2009, p.178) que nos dizem que "os maus resultados escolares transformaram a matemática numa área de preocupação". Nessa mesma obra os autores relatam que atualmente a tecnologia deve ter um papel mais importante na aula, e que os estudantes devem dominar as noções matemáticas para compreender processos posteriores. Considerando o ensino de Física no início do ensino médio, a maioria das propostas sugere cálculos e observações matemáticas, assim como exercícios que estimulam, principalmente, o raciocínio matemático.

A experiência mostra que os alunos encontram muitas dificuldades em resolver problemas de cinemática pela falta de elementos essenciais para aplicar equações e interpretar gráficos (Furió et al, 2010). Ao trabalharem com cálculos de velocidade média, realmente não possuem maiores problemas, pois as grandezas são diretamente ou inversamente proporcionais; mas ao trabalharem com outros conteúdos de cinemática erram nos exercícios, pois as grandezas começam a utilizar equações mais complexas necessárias para uma interpretação mais criteriosa do problema proposto.

Outro fator agravante está na formação de professores de Física, de acordo com Santos e Curi (2011, p.837),

> Analisamos as ementas das disciplinas de física, bem como sua carga horária e os conteúdos ministrados em 27 cursos de licenciatura em matemática de instituições de ensino superior. Concluímos que os dados são preocupantes, pois, além de serem poucos os professores com formação específica na área de física, os demais docentes que ministram esta disciplina não têm formação adequada para atuar nessa área do conhecimento.

Em razão desses fatores, as estratégias dos professores geralmente estão pautadas por características padrões de aprendizagem, consagradas pela literatura dos livros didáticos e consideram que os alunos obtiveram um aprendizado eficiente no ensino fundamental, seja em Ciências, seja em Matemática, como na conversão de unidades de medidas, equações de primeiro e segundo graus, construção e interpretação de gráficos, propriedades de potenciação e até alguns cálculos de velocidade média.

Na maioria das vezes, essa realidade não é observada na sala de aula e o professor tem duas alternativas: trabalhar o conteúdo isentando-se da responsabilidade de que os alunos tiveram uma formação deficiente nos anos anteriores, ou auxiliar os alunos a conseguirem suprir as necessidades matemáticas e científicas, construindo o interesse pela ciência, o aprimoramento e aprofundamento dos conhecimentos matemáticos para uma maior compreensão dos fenômenos observados e que façam sentido para a sua realidade, ou seja, construindo uma aprendizagem que seja importante para os alunos.

Atualmente podem-se constatar as consequências do distanciamento entre os que conhecem e desconhecem o funcionamento de computadores e das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC). Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1997), isso pode ser superado com mudanças nos currículos, que devem desenvolver competências para obter e

utilizar informações, por meio das TDIC, e sensibilizar os alunos para a presença de novas tecnologias no cotidiano.

As tecnologias digitais articuladas a uma prática pedagógica podem auxiliar na melhoria do ensino de Física. Vaniel, Heckler e Araújo (2011) apontam que existe a necessidade de a escola modernizar suas aulas e atualizar os instrumentos pedagógicos. Uma das formas de fazer isso seria utilizar animações e simulações que podem se constituir em recursos auxiliares no processo de ensino e aprendizagem e ainda em um fator de motivação. Os mesmos estudos mostram que esses recursos têm sido utilizados como ferramentas auxiliares nas aulas expositivas dos professores, como complemento às explicações orais, aliadas a textos explicativos, ou ainda como fontes de consulta pelos estudantes em momentos de estudos individuais.

Essa situação é a base para essa proposta e uma das principais justificativas para a realização da pesquisa onde se pergunta: *será que o uso de uma simulação sobre movimento MRU e MRUV, no ensino de cinemática pode contribuir com o aprendizado dos alunos de forma relevante?* A análise dessa pergunta nos leva a propor o objetivo principal: analisar os ganhos no aprendizado dos alunos ao utilizar simulações no aprendizado dos conceitos de cinemática. Os objetivos específicos são: desenvolver uma aula sobre o conteúdo cinemática com o auxílio de uma simulação; auxiliar os professores no processo de ensino e aprendizagem de cinemática por meio da construção de uma sequência didática; contribuir com a utilização da simulação por meio da tradução das falas e a construção de um roteiro.

Algumas considerações teóricas que fundamentam esta pesquisa são apresentadas a seguir.

Sequência Didática (SD)

A Sequência Didática (SD), de acordo com Guimarães e Giordam (2013), "é formada por certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações

de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática". Nesse caso, a variação de recursos no processo de ensino-aprendizagem, como aumento da quantidade de atividades experimentais em que o aluno pode colaborar, realizar atividades em grupo e trocar informações, vai auxiliar sua compreensão e pode tornar o processo de ensino aprendizagem mais produtivo.

De acordo com os estudos de Zabala (1998), as SD do modelo tradicional constam as seguintes características:

a) Atividade motivadora relacionada com uma situação conflitante da realidade experimental dos alunos.
b) Explicação das perguntas ou problemas que esta situação coloca.
c) Respostas intuitivas ou "hipóteses".
d) Seleção e esboço das fontes de informação e planejamento da investigação.
e) Coleta, seleção e classificação dos dados.
f) Generalização das conclusões tiradas.
g) Expressão e comunicação.

Ainda de acordo com Zabala (1999), no seu livro *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*, no capítulo sobre ensino de Matemática, escrito por Ballonga (1999), o autor argumenta que "é muito importante que os alunos se conscientizem da prática necessária para conseguir um bom nível de autonomia", podendo ser por meio da diversidade de um procedimento (utilização dos diferentes recursos) ou variações de um procedimento em função de um conteúdo (interdisciplinaridade).

Uma das discussões mais importantes em ambas as obras é que, apesar de as SD possuírem características diferentes, não podemos desprezar as partes conceituais e procedimentais, trabalhando o quanto possível juntamente com as qualidades atitudinais no processo.

Essas considerações são essenciais considerando que a SD desenvolvida possui características como: a matematização do ensino de Física no quesito de compreensão de gráficos e a utilização de diversos recursos como experimentos, atividades computacionais e simulações.

Sobre os conteúdos, Zabala (1998, p.48) indica que eles podem ser agrupados em três categorias; atitudinais, conceituais e procedimentais. O autor afirma que "[...] os conteúdos conceituais referem-se à construção ativa de capacidades intelectuais para operar símbolos, imagens, ideias e representações que permitam organizar as realidades". Os conteúdos procedimentais referem-se ao fazer que os alunos construam instrumentos para analisar, por si mesmos, os resultados que obtêm e os processos que colocam em ação para atingir as metas que se propõem, e os conteúdos atitudinais referem-se à formação de atitudes e valores em relação à informação recebida, visando a intervenção do aluno em sua realidade (ibidem).

A construção de uma SD auxilia o professor na organização e realização de atividades colocando nela ferramentas e atividades que auxiliem a desenvolver os conteúdos, levando em conta essas categorias.

Uma atividade importante realizada no início da SD é a obtenção de conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema. Na teoria de David Ausubel (Masini; Moreira, 2008), qualquer nova informação precisa ser relacionada com alguma estrutura de conhecimento já existente no sistema cognitivo do aluno; em outras palavras, se o aluno amplia e relaciona o conhecimento com base em outro conhecimento já assimilado em sua estrutura cognitiva, de maneira organizada, como se estivesse "ligando os pontos" de uma figura que ainda desconhece, o aluno poderá possuir uma aprendizagem significativa (Moreira, 2014).

De acordo com Moreira (2014), é preciso tomar cuidado para que as evidências da aprendizagem significativa não sejam só mecanicamente memorizadas ou uma "simulação da aprendizagem significativa", procurando formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar.

Segundo Moreira e Masini (2006), na teoria de Ausubel, para que a aprendizagem significativa ocorra, é necessária a existência de três fatores, que são: a existência de subsunçores (estrutura cognitiva existente, capaz de favorecer novas aprendizagens), a predisposição para aprender e o esforço para aprender, no sentido cognitivo e afetivo.

Essa aprendizagem se caracteriza pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende, os quais constituem, segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), o mais importante fator para a transformação dos significados lógicos, potencialmente significativos, dos materiais de aprendizagem em significados psicológicos" (Moreira; Masini, 2006, p.2).

Pretende-se neste trabalho começar pela ideia de movimento, velocidade e aceleração, que os alunos já possuem, e apresentar uma nova abordagem para o aprendizado da cinemática utilizando as TDIC, o que vai ao encontro à uma aprendizagem significativa.

TDIC no ensino de Física

Em uma aula de Física, um grande problema surge quando o professor precisa preparar uma atividade experimental, tal como relatam Carlos et al. (2009, p.2),

> [...] Dentre os argumentos para a falta de iniciativas no uso de experimentos, destacam-se a falta de recursos materiais, equipamentos, laboratórios, a quantidade excessiva de alunos por turma, a falta de técnicos que auxiliem os professores na preparação do laboratório e dos experimentos, a insuficiência de tempo durante as aulas para a realização de tais atividades, a omissão dos governantes, as deficiências na formação inicial e continuada dos docentes para a realização desse tipo de atividade, dentre outros.

O professor deve levar o conhecimento ao aluno, por meio de propostas que esclareçam o conteúdo, inserindo, por exemplo, atividades experimentais no seu planejamento para que o aluno saiba "fazer Ciência" e quebre o paradigma de aulas somente teóricas.

A proposta desse trabalho é a construção de uma SD onde serão inseridas as Tecnologias de Informação e Comunicação (TDIC), que oferecem uma opção interessante para o aprendizado dos

estudantes, porque as escolas possuem cada vez mais equipamentos como computadores e *softwares* disponibilizando uma série de recursos que podem ser utilizados para o ensino de Física. Ainda mais porque "de acordo com o PCN+, o uso adequado dos diversos meios tecnológicos, entre eles o computador, torna-se imprescindível para a educação" (Brasil, 1997).

As Tecnologias de Informação e Comunicação (TDIC) são o novo paradigma de ensino do professor do século XXI. Essa é a tendência em uma sociedade globalizada, de acordo com o filósofo Mario Sérgio Cortella (2012): "Os que têm menos de 30 anos de idade são nativos digitais, e, portanto, eles estão habituados a um mundo que faz parte do cotidiano deles, a mobilidade, a instantaneidade, a simultaneidade e a velocidade. Isso significa que a regra básica é tudo agora, já, ao mesmo tempo, junto".

Essa observação desafia o professor a ser o integrador dos conhecimentos e das TDIC com as novas metodologias em sala de aula, por isso o ensino não pode se basear em recursos clássicos, e sim utilizar novos recursos e novas metodologias no processo de aprendizagem de uma sociedade que caminha cada vez mais para uma sociedade tecnológica, um novo paradigma na educação. Ainda lembrando da fala de Cortella (2012), é necessário trabalhar com a nova geração todos esses elementos que são necessários neste mundo globalizado.

As TDIC estão sendo utilizadas por grupos do *WhatsApp,* do *Facebook*, *blogs* e outros; é necessário que essa tecnologia seja aplicada também em sala de aula para auxiliar na aprendizagem do ensino de Física. De acordo com Lara et al. (2013, p.3),

> Os estudantes de hoje, desde crianças, já estão integralmente inseridos na era digital, e artefatos como computadores, vídeo games, players de música, câmeras de vídeo, celulares fazem parte do cotidiano deles. Dessa forma, a inserção das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como elemento mediador no ensino de Física torna-se uma estratégia interessante e pode contribuir significativamente para o processo de ensino e aprendizagem.

É importante o papel do professor como um mediador para auxiliar o aluno na utilização da tecnologia como uma ferramenta útil que simplifica diversas tarefas cotidianas, mas também como uma ferramenta que contribui na aprendizagem de conteúdo, pois permite visualizar um conteúdo de diferentes formas: "Para Santos (2006), as dificuldades que os alunos possuem na aprendizagem dos conceitos da Física são conhecidas, e os métodos tradicionais de ensino e a ausência de meios pedagógicos modernos e de ferramentas que auxiliem a aprendizagem constituem as causas deste problema" (Santos, apud Melo, 2010).

Por esse motivo, é necessário propor atividades experimentais usando as TDIC para ajudar os alunos a compreenderem a física como uma situação cotidiana e que pode ser parte da vida deles. Entretanto, é uma tarefa árdua para o professor, porque além do fato de preparar o conteúdo a ser trabalhado minuciosamente como qualquer outra atividade experimental, pode não surtir o efeito esperado na sala de aula em razão das dificuldades tecnológicas que alguns alunos podem ter no decorrer do processo, afinal nem todos os alunos possuem conhecimentos tecnológicos ou vontade de aprender a manipular a ferramenta digital. Além disso, a ferramenta tecnológica deve ser simples, intuitiva, de forma que os estudantes não sintam dificuldades com ela. E se houver dúvidas, o professor deve dominar essa ferramenta e orientar os estudantes durante as atividades didáticas.

O segundo motivo surge como oposto do primeiro. Muitas vezes alguns alunos têm facilidade em utilizar as novas tecnologias, mas não o interesse devidamente aguçado nas aulas e não deseja realizar a tarefa exigida.

Quando a atividade é proposta para os alunos em ensino a distância (EaD), a taxa de realização da atividade cai para índices ainda menores do citado anteriormente, pela inexistência de disciplina para estudar em casa, o que pode ser verificado, por exemplo, pelos dados obtidos na escola onde foi desenvolvida a pesquisa, por meio do acesso ao Portal Educacional. Por isso é necessário propor essas atividades experimentais digitais durante as aulas.

O que reforça ainda mais o contexto da pesquisa é o objetivo de utilizar as novas tecnologias em benefício da aprendizagem, além de diversificação dos meios de aprendizagem entre aulas teóricas, experimentos e atividades computacionais que aumentem a possibilidade para que o aluno realmente possa ter uma aprendizagem significativa, pois ele será protagonista do processo.

Usando o conceito proposto por Oliveira (2014) citando Tajra: "[...] destaca três linhas mestras da informática na educação, sendo elas, informática como fim, informática para apoio disciplinar e informática para apoio de projetos educacionais". Neste trabalho foi empregada a Informática para o Apoio Disciplinar, ou seja, as simulações foram utilizadas para produções específicas do ensino de Física.

Simulações no ensino de Física

O professor possui dificuldades em utilizar o Laboratório de Física por motivos que aparentemente podem nem ser (perceptivelmente) significativos, como localizar os equipamentos, ou preparar o laboratório para o experimento, ou ainda por ter que arrumar o laboratório após a aula. Parece que esse tempo é pequeno, mas se considerar a proporção de salas diferentes que o professor tem para utilizar um laboratório, o deslocamento dos alunos para o laboratório e o tempo disponível para que os alunos realizem os experimentos, vemos que todos esses fatores fazem que o tempo se torne escasso.

Outras vezes a dificuldade pode ser ainda mais evidente, como a falta de materiais ou até mesmo espaço físico (laboratório de física) para conseguir preparar o ambiente para organizar o que será utilizado nos experimentos.

O uso de Objetos de Aprendizagem (OA), materiais digitais com finalidades educacionais de diversas disciplinas, na ciência tem um enfoque especial pela visualização de conceitos que seriam especialmente abstratos para a explicação. Arantes, Miranda e Studart (2010, p.27) observam que "Um dos mais disseminados tipos de OA são as simulações computacionais de experimentos de física, que

estão disponíveis para utilização em diversos contextos. Ainda que elas não devam substituir experimentos reais, pesquisas indicam que seu uso combinado à atividade experimental pode tornar mais eficiente o processo de aprendizagem dos alunos".

Para este trabalho, será analisado o ganho no conhecimento do aluno com o uso de simuladores sobre o estudo de movimentos e seus gráficos na cinemática, além de apresentar ao professor uma SD organizada de forma que o auxilie na utilização das ferramentas e organização do conteúdo.

Metodologia

Para se desenvolver uma pesquisa, é indispensável selecionar o método de pesquisa a ser utilizado, e de acordo com as características da pesquisa poderão ser escolhidas diferentes modalidades, sendo possível aliar a qualitativa à quantitativa (Fonseca apud Gerhardt; Silveira, 2009).

Para Minayo (2007), a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de uma variável.

Esta pesquisa tem nuances de pesquisa qualitativa, do tipo intervenção e explicativa, pois consiste na coleta de informações sobre uma realidade escolar que se quer investigar e formular hipóteses, preocupando-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (Gil, 2007). Segundo Gil (2007), uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado.

Os simuladores foram utilizados no Laboratório de Informática Educacional de um Centro Educacional localizado na cidade de Descalvado (SP), durante o primeiro semestre do ano letivo de 2017, com os alunos do 1° ano do ensino médio.

Ferramentas utilizadas

Serão descritas as ferramentas utilizadas no desenvolvimento das atividades e na sequência didática, assim como a metodologia empregada em cada um dos momentos do processo de ensino e aprendizagem.

Simuladores

Para o trabalho com simuladores que auxiliem na compreensão dos alunos a respeito de gráficos na cinemática e as suas equações, foram selecionadas e traduzidas as falas dos simuladores para o estudo dos gráficos e movimento de partículas. O primeiro simulador utilizado foi "Homem em Movimento", disponível no site Phet: <http://physics.bu.edu/~duffy/classroom.html> (University of Colorado Boulder, 2018).

O segundo e o terceiro simuladores utilizados foram elaborados pela Universidade de Boston, usando um *software* específico para criar simulações em Java, chamado *Easy Java Simulations* (EJS), criado por Francisco Esquembre como parte do projeto *Open Source Physics,* para facilitar a criação de simulações de Física.

A Universidade de Boston disponibiliza em seu site, assim como o site da *Open Source Physics*, o arquivo XML para editar o projeto de todas as simulações desenvolvidas. Assim, esses projetos foram baixados, traduzidos e recompilados. A tradução é de grande valia para o projeto, porque geralmente os alunos não entendem textos em inglês, assim como os professores; sendo esse empecilho muito citado como paradigma para a utilização das TIC. A seguir serão descritos os três simuladores utilizados neste trabalho, com uma breve descrição sobre eles.

Simulador: Homem em Movimento

Como observado no site do phET, os objetivos envolvidos nesse simulador são:

Prever e desenhar gráficos (posição, velocidade e aceleração) para situações comuns.

Compreender e interpretar os gráficos e verificar as relações entre os gráficos com dados implícitos, como, por exemplo, no gráfico da *velocidade x tempo*, encontrar o deslocamento.

Apesar de o simulador mostrar os gráficos de posição, velocidade e aceleração, ele não mostra o movimento do homem por muito tempo, porque no desenho tem limitação da posição de –10 a 10 metros, como pode ser observado na Figura 5.1, com essa limitação, a compreensão do aluno estará limitada somente a essas posições.

Figura 5.1 –. Tela dos gráficos do simulador "Homem em Movimento".

Fonte: *Open Source Physics*.

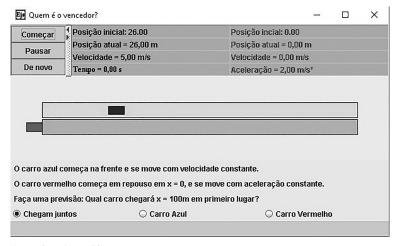
Simulador: Quem é o vencedor?

Nesse simulador os elementos envolvidos são dois retângulos tratados como pontos materiais ou partículas, cada um deles destacados com cores diferentes. O primeiro retângulo mostra o primeiro móvel que possui velocidade constante durante o movimento (MRU), enquanto o segundo móvel está com uma aceleração constante (MRUV), que pode ser observada na tela inicial do simulador na Figura 5.2.

O objetivo é descobrir qual dos dois móveis chegam na marca $x=100m$ primeiro; para isso, os elementos necessários para que os alunos consigam fazer essa atividade, estará necessariamente relacionada às funções horárias da posição do *MRU*, mostrada na Equação 1 e do *MRUV*, Equação 2.

$$x = x_0 + v.t \tag{1}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{a}{2}\, t^2 \tag{2}$$

Figura 5.2 – Simulador “Quem é o vencedor?”.

Fonte: *Open Source Physics*.

O conteúdo envolve dois temas que geralmente não são trabalhados juntos, mostrando a diferença entre os dois tipos de movimentos. Esse simulador traz uma vantagem, os números escolhidos são randômicos, ou seja, eles mudam a cada tentativa, se tornando um desafio para o aluno encontrar qual é a resposta correta, ou seja, qual é o vencedor.

Simulador: MRU *vs* MRUV

Esse simulador, de maneira semelhante ao anterior, é uma comparação entre os tipos de movimentos MRU e MRUV, e observamos o movimento de cada um deles e suas características gráficas, como observado na Figura 5.3. Também é possível utilizar esse simulador com somente um tipo de movimento, ou seja, ou com a velocidade constante ou com a aceleração constante.

Apesar de ser um simulador apenas informativo, muitas possibilidades podem ser demonstradas e extraídas a partir das simulações, inclusive tornando os dois móveis com velocidade constante, além de mostrar qual é a característica de gráficos de velocidade-tempo e

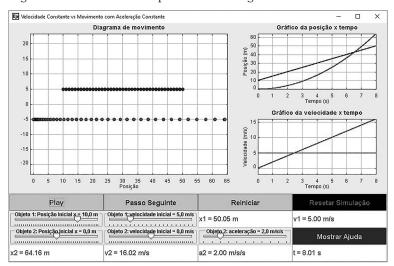



Figura 5.3 – Movimento de partículas e seus gráficos.

Fonte: *Open Source Physics*.

posição-tempo, e de comparar os dados do outro simulador *"Quem é o vencedor?"*, inserindo os dados neste último simulador.

Os simuladores foram utilizados no Laboratório de Informática Educacional no Centro Educacional Sesi n.205, localizado na cidade de Descalvado (SP), com alunos do 1° ano do ensino médio. Estima-se um tempo de 50 minutos para cada aula a ser desenvolvida (considerando o tempo útil na sala de aula), no total de seis aulas, separadas em blocos de duas aulas por dia.

A interação dos alunos com os simuladores foi realizada no Laboratório de Informática Educacional (LIE) da escola, que possui um computador por aluno. Os roteiros das atividades foram disponibilizados digitalmente, assim como os formulários utilizados nos questionários.

Sequência Didática (SD)

Para a sequência didática proposta, foi considerada a obra de Zabala (1999), artigos analisados na disciplina Processos e Sequências de Ensino e Aprendizagem em Física no Ensino Médio e trabalhos do site LaPEF[1] que possibilitaram uma melhor compreensão do desenvolvimento de uma Sequência Didática.

Por diversas vezes, somente explicar aos alunos a teoria envolvida na cinemática se torna algo bastante vago, pois o aluno não consegue visualizar equações e gráficos vistos em diversas atividades, como acontece na realidade, distanciando o aluno do espírito investigativo que a ciência lhe proporciona.

A questão da velocidade é muito importante para a sociedade, desde situações cotidianas de radares instalados nas ruas e avenidas até em viagens espaciais. Por isso, é necessário que o aluno, mesmo que não consiga trabalhar somente com a parte da matematização, compreenda a parte conceitual em diversas situações.

---

1 Disponível em: <http://paje.fe.usp.br/~mef-pietro/mef2/mef.php?class=CoursesForm&method=onView&key=20>.

Descrição das atividades na Sequencia Didática

Após a conversa com os alunos, esses realizaram atividades com o primeiro simulador para compreensão de gráficos no *MRU* e conhecer os recursos do simulador. O Quadro 5.1 apresenta as atividades e ferramentas utilizadas.

Quadro 5.1 – Atividades realizadas no decorrer das aulas

1º Momento (2 aulas)	Atividades	Tempo
Atividade prévia	Roda de conversa sobre a palavra velocidade, registro das respostas, apresentação de um breve resumo sobre a velocidade através do tempo e a importância da tecnologia na construção de móveis cada vez mais rápidos.	20 min
Introdução	Retomados temas vistos previamente em matemática, como gráficos de função linear e função quadrática, foram apresentadas as relações entre os gráficos e a velocidade.	20 min
Gráficos no MRU (Laboratório de Informática)	Com o simulador: "Homem em Movimento", os alunos manusearam as simulações para obter os gráficos do MRU, fizeram um esboço desses gráficos e responderam algumas questões sobre o MRU.	60 min
Após uma conversa em grupo e escrita de um relatório sobre o MRU, os alunos realizaram atividades com o segundo simulador para compreensão de gráficos do MRUV e os gráficos de posição, velocidade e aceleração.		
2º Momento (1 aula)	**Atividade**	**Tempo**
Gráficos do MRUV (Laboratório de Informática)	Utilização do mesmo simulador, com as indicações do procedimento anterior, só que dessa vez para o MRUV. Os alunos anotaram no caderno os conceitos mais importantes aprendidos no assunto Gráficos.	50 min
Nesta atividade foi importante o roteiro confeccionado para acompanhar a simulação e analisar o Movimento e o gráfico formado no MRU e MRUV. É importante retomar as falas deles antes de continuar com a aplicação da SD		

<table>
<tr><th>3º Momento
(2 aulas)</th><th>Atividade</th><th>Tempo</th></tr>
<tr><td>Apresentação do simulador MRU vs MRUV</td><td>Os alunos conheceram o simulador “MRU vs MRUV” e os recursos disponíveis nessa simulação. Nesse momento, os alunos seguiram um roteiro para identificar características dos simuladores e quais as diferenças entre os movimentos e seus gráficos. Eles anotaram no caderno os conceitos mais importantes aprendidos no assunto Gráfico.</td><td>100 min</td></tr>
<tr><td colspan="3">Após fazer uma análise, junto com os alunos, sobre os conceitos mais importantes aprendidos sobre Gráficos de MRU e MR, os alunos poderão utilizar as equações para unir teoria e prática e entender as funções horárias que dão origem a os gráficos de MRU e MRUV. É importante neste momento retomar algumas dúvidas que surgiram durante o decorrer das aulas.</td></tr>
<tr><th>4º Momento
(2 aulas)</th><th>Comentário</th><th>Tempo</th></tr>
<tr><td>Introdução</td><td>Retomar conceitos das aulas teóricas sobre as funções horárias do MRU e do MRUV.</td><td>30 min</td></tr>
<tr><td>Quem é o vencedor?</td><td>Dessa vez, os alunos conhecerão o simulador “Quem é o vencedor”, em que tentarão descobrir quem é o carro vencedor utilizando o cálculo matemático.</td><td>50 min</td></tr>
<tr><td>Fechamento</td><td>Nesse momento, os alunos responderão a algumas perguntas sobre a utilização dos simuladores em sala de aula e a eficácia de sua utilização.</td><td>20 min</td></tr>
</table>

Fonte: Os autores.

Elaboração do roteiro

A elaboração do roteiro foi realizada uma semana antes das aulas e testado antes de ser utilizado pelos alunos. Após feito isso, e visto algumas dificuldades na leitura, esse foi aperfeiçoado de acordo com as dúvidas que os alunos tiveram durante a execução. O modelo do

roteiro, assim como a versão final do professor para verificar o resultado esperado pelo aluno, encontram-se nos Apêndices 5.1 e 5.2.

Resultados e discussão

Como dito anteriormente, todas as simulações foram traduzidas e recompiladas para serem utilizadas. Essa atividade de tradução é de grande valia porque geralmente os alunos não entendem textos em inglês, sendo esse empecilho muito citado como impedimento para a utilização das TDIC (Gómez; Terán, 2009).

O tema trabalhado em sala de aula obteve um resultado positivo entre os alunos, não apenas na questão de compreensão e envolvimento dos alunos na parte didática da aula prática utilizando os simuladores, mas também no trabalho em grupo de forma colaborativa, ou seja, na relação aluno-aluno, em que se ajudaram, e quando os grupos tinham dúvidas o professor auxiliava o processo de aprendizagem, ou seja, o objetivo de trabalho colaborativo em grupo foi alcançado.

Com relação à aprendizagem, foram analisadas as respostas dos alunos em que a maioria compreendeu o que era exigido nos roteiros do Apêndice 5.1, exceto a parte do muro no primeiro simulador do "Homem em Movimento". Verificou-se por meio dos relatórios dos alunos que quando o Homem batia no muro, de acordo com a Figura 5.4, os alunos não conseguiam identificar o motivo da Mudança abrupta em seus gráficos. Por isso, os roteiros foram modificados para que não houvesse dificuldades de compreensão do assunto pelos alunos.

Considerando que a finalidade do simulador é que os alunos sejam capazes de interpretar os gráficos, do ponto de vista didático, é interessante que o professor explique a razão de esses gráficos terem essa mudança, caso os alunos não compreendam.

Os alunos mostraram compreender os assuntos estudados em Gráficos no MRU e no MRUV de acordo com a observação do professor no simulador "O Homem em Movimento".

Figura 5.4 – Alteração dos gráficos quando o Homem bate no Muro.

Fonte: *Open Source Physics.*

Com relação ao simulador "MRU vs MRUV", os alunos tiveram muita facilidade em compreender os gráficos orientados pelo roteiro do Apêndice 5.1, e a dificuldade consistiu em analisar simultaneamente o movimento dos objetos e gráficos de posição e de velocidade todos ao mesmo tempo. Foi importante que o professor deixasse claro que diferentemente dos experimentos realizados no laboratório, os alunos poderiam executar os simuladores repetidas vezes sem alterar as configurações para observar todas as relações.

No último simulador, "Quem é o vencedor?", os alunos tiveram inicialmente uma grande dificuldade em apresentar os cálculos exigidos no Apêndice 5.2, sendo necessário que o professor os auxiliasse no começo. O recomendável é que, antes de utilizar esse simulador no Laboratório de Informática, o professor apresente um exemplo de como analisar os dados para depois resolver esse tipo de exercício e com os dados do simulador.

Durante a aplicação dos simuladores, o professor verificou a participação dos alunos ao seguir o roteiro. O maior problema é que,

durante a utilização dos simuladores, houve entrada e saída de alunos da escola e, por isso, foram considerados apenas os questionários dos alunos que permaneceram na escola durante todo o processo de manuseio dos simuladores, totalizando 21 alunos.

Para conhecer a opinião dos alunos sobre a utilização dos simuladores, foi disponibilizado um questionário para ser respondido ao final dos roteiros. Esse instrumento foi composto de questões fechadas e abertas.

Análise das perguntas fechadas

Na primeira pergunta, "É importante tratar assuntos do cotidiano nas aulas de Física?", a grande maioria dos alunos reconhece a importância de contextualizar os temas trabalhados durante as aulas, somente um aluno respondeu que a contextualização não tem tanta importância.

A segunda pergunta diz respeito à comparação entre as aulas no Laboratório de Informática com as aulas teóricas: "De que forma você se interessou mais pelo conteúdo gráficos e cinemática?". Verificou-se que 23,8% dos alunos preferem aulas teóricas, enquanto

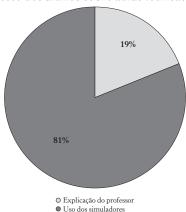



Figura 5.5 – Interesse dos alunos sobre aulas teóricas e práticas.

Fonte: Os autores.

76,2%, preferem aulas práticas, como pode ser observado na Figura 5.5. Uma hipótese para que uma quantidade razoável dos alunos tenha preferido a explicação do professor poderia ser a importância que os alunos da escola sentem com relação ao Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), já que a escola onde foi realizada a pesquisa é tradicional da cidade.

Na terceira questão os alunos são interrogados sobre a dificuldade de usar os simuladores. A maioria dos alunos mostra que os simuladores são fáceis de ser manuseados (85,7%), como apresentado na Figura 5.6. O professor precisa identificar os alunos que têm dificuldade em manusear sistemas digitais (14,3%), e os colocar próximos de colegas que têm maior facilidade com informática, dessa forma tanto uns quanto outros serão beneficiados, pela ação colaborativa.

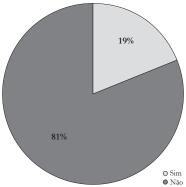
Figura 5.6 – Dificuldades dos alunos no uso dos simuladores.

14,3%
85,7%
Não
Sim

Fonte: Os autores.

Na quarta questão é perguntado sobre os roteiros: "Os roteiros estavam claros?", e as respostas apontam a importância que o professor tem ao tornar os seus textos didáticos e objetivos como no roteiro, pois somente um aluno respondeu não.

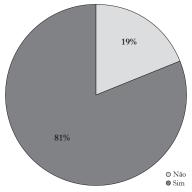
A quinta pergunta foi: "Você acha possível aprender somente com os simuladores sem ajuda do professor?". Como mostra a Figura 5.7, houve uma quantidade significativa de alunos que responderam que seria possível aprender somente com o uso dos Simuladores,

Figura 5.7 – Opinião dos alunos sobre a importância do professor na aula prática.

Fonte: Os autores.

sem a intervenção do professor, mas 81% dos alunos falaram que é necessária a presença do professor, o que nos coloca diante de uma realidade apresentada por Cortella (2012): os professores precisam trabalhar em conjunto com a tecnologia para contribuir de forma significativa com a aprendizagem do aluno.

Não devemos nos esquecer dos 19% dos alunos restantes, pois existem inúmeros motivos para um aluno opinar dessa forma, como: ter muita experiência no uso das TIC, ter entendido tudo só com as simulações, entre outros. Não foi realizada uma pesquisa adicional sobre essas respostas.

A última pergunta fechada estava relacionada com a compreensão dos gráficos e do conteúdo. De acordo com o gráfico da Figura 5.8, 81% dos alunos afirmaram compreender o assunto, que é uma porcentagem significativa da sala em comparação com as aulas teóricas com prova como forma avaliação, em que o desempenho é menor.

Figura 5.8 – Opinião dos alunos em relação a sua aprendizagem sobre gráficos.

Fonte: Os autores.

Análise das perguntas abertas

Foram realizadas duas perguntas abertas para os alunos darem suas opiniões. A primeira pergunta se referia à opinião sobre o Uso de Simuladores nas aulas de Física. De acordo com as respostas, todos os alunos concordaram com o uso de simuladores para melhorar a aprendizagem, algumas dessas opiniões são as seguintes:

> *Acho um ótimo e simples meio de entender os assuntos diversos de física, e ter a mínima noção do desenrolar de certas situações de um modo menos teórico e cansativo.*
>
> *Legal, empolgante e construtivo.*
>
> *Uma maneira mais fácil de entender, já que podemos visualizar a situação.*
>
> *Ajuda a entender melhor o que Muitas das vezes estamos em dúvida em alguma parte da explicação.*
>
> *Ajuda os alunos a colocarem em prática as teorias passadas na sala de aula.*

De todas as opiniões, um aluno explicitou um ponto muito importante da utilização dos simuladores, ao afirmar que:

> *Eu acho que fica mais fácil aprender, porém com a explicação do professor.*

Somente o uso dos simuladores não tem a eficácia na compreensão do assunto, mas o professor também precisa estar preparado e confiante do conteúdo para a aplicação dessa atividade prática.

Já a segunda pergunta aberta dizia o seguinte: "Deixe sua opinião sobre como deixar as aulas mais interessantes, além das aulas comuns". As respostas são úteis para o professor ter o *feedback* dos alunos e poder compreender quais as atividades que os alunos se sentem mais confortáveis em suas aprendizagens.

Os estudantes sugeriram diversos recursos e ambientes da escola para utilizarem nas aulas de Física. Os recursos citados foram: seminários, trabalhos, pesquisas sobre o assunto antes da aula, fazer a correção dos exercícios na lousa, experimentos, aulas práticas no Laboratório de Informática, uso de vídeos e *slides* em *data show*.

Os ambientes que os alunos mais querem usar foram: laboratório de física; laboratório de informática; biblioteca e pátio da escola.

Essas sugestões indicam que o aluno quer que a aula do professor seja uma aula diferente, seja em ambientes diversos, seja na metodologia. É claro que não é possível atender a todos esses tópicos com tão poucas aulas de Física, mas surgem como opções para diversificar as aulas do professor em sua experiência profissional.

Considerações finais

Esse trabalho trouxe algumas informações relevantes, mas uma que se torna imperativa a todo professor: "é necessário escutar os nossos alunos". Os alunos fazem parte do processo de ensino e aprendizagem e eles também têm sugestões e opiniões sobre as aulas que podem torná-las mais propícias para a aprendizagem de toda a classe.

A aprendizagem de gráficos em cinemática é um assunto cansativo de ser trabalhado apenas na lousa e as atividades experimentais possibilitam fazer apenas que os alunos construam alguns gráficos. Mas os simuladores são capazes de fazer que os alunos possam atribuir números e compreendam situações reais e manusear dados para aplicar os conceitos físicos diretamente aos gráficos, podendo analisar eles e analisar o MRU com o MRUV.

A análise de algumas falas mostra que os alunos querem ampliar a sala de aula para um melhor aprendizado, como mostram as falas a seguir: "*legal utilizar a sala de informática*"; "*Eu entendi melhor quando vi a simulação em casa*", ou, "*que bom aprender fora da sala*". Essas falas vêm de encontro com a escrita de Garofaro (2018): "O processo de ensinar e aprender acontece numa interligação simbiótica, profunda, constante entre o que chamamos mundo físico e mundo digital. Não são dois mundos ou espaços, mas um espaço estendido, uma sala de aula ampliada – que se mescla, hibridiza constantemente".

Os roteiros de aula e os manuais que o professor construiu para uso dos simuladores são muito importantes e podem ser utilizados e adaptados de acordo com a conveniência de cada professor que for utilizá-los.

Referências

ARANTES, A. R.; MIRANDA, M. S.; Studart, N. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. *Revista Física na Escola,* v.11, n.1, p.27-31, 2010.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia educacional*. Trad. Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BALLONGA, P. P. Matemáticas. In: ZABALA, A. (Coord.) *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. Trad. Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1999.

Brasil. Ministério da Educação. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

_______. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais*: introdução aos parâmetros curriculares nacionais/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p.

CARLOS, J. G. et al. Análise de artigos sobre atividades experimentais de física nas atas do encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. In: VII ENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. *Anais*... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

CORTELLA, M. S. *Novas gerações têm poucas referências de autoridade*. 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=HJOJ4inBqA8>. Acesso em: 2 de mar. 2018.

FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.

FURIÓ, C. et al. Finalidades de la enseñanza de las Ciências em la Secundaria Obligatoria. *Enseñanza de las Ciências*, v.19, n.3, p.365-76, 2010.

GAROFARO, D. *Como as metodologias ativas favorecem o aprendizado*. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/11897/como – as – metodologias – ativas favorecem-o-aprendizado>. Acesso em: 25 abr. 2018.

GERHARDT. T. E.; SILVEIRA. D. T. *Métodos de pesquisa*. Org. Tatiana Engel Gerhardt e Denise Tolfo Silveira; Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da Sead/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GÓMEZ, A. M. S.; TERÁN, N. E. *Dificuldades de aprendizagem – Detecção e estratégia de ajuda*. São Paulo: Cultural, 2009. 449p.

GONÇALVES, L. J; VEIT, E. A. Textos, animações e vídeos para o ensino aprendizagem de física térmica no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.1, p.33-42, 2006.

GUIMARÃES, Y. A. F.; GIORDAN, M. Elementos para Validação de Sequências Didáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. *Anais*... Águas de Lindóia: Abrapec, 2013.

LARA, A. L. et al. Ensino de física mediado por tecnologias de informação e comunicação: um relato de experiência. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 20., 2013, São Paulo. *Anais*... São Paulo: USP, 2013.

MASINI, E. F. S; MOREIRA, M. A. *Aprendizagem significativa*: Condições para ocorrência. São Paulo: Vetor Editora, 2008.

MELO, R. B. de F. A Utilização das TIC's no processo de Ensino e Aprendizagem da Física. In: SIMPÓSIO HIPERTEXTO E TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO: REDES SOCIAIS E APRENDIZAGEM, 3., 2010, Bauru. *Anais*... Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2010.

MINAYO, M. C. S. *O desafio do conhecimento*: Pesquisa qualitativa em saúde. São Paulo: Hucitec, 2007.

MOREIRA, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. 2.ed. ampl. São Paulo: EPU, 2014.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A. F. *Aprendizagem significativa*: a teoria de David Ausubel. 2.ed. São Paulo: Centauro Editora, 2006.

OLIVEIRA, F. T. *A inviabilidade do uso das tecnologias da informação e comunicação no contexto escolar*: o que contam os professores de matemática? Rio Claro, 2014. 169f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

SANTOS, C. A. B.; CURI, E. Um estudo sobre os cursos de formação de professores que ensinam a disciplina de física no ensino médio. *Revista REVEMAT*, Florianópolis, v.6, n.2, p.1-18, 2011.

SASSERON, L. H. *Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros*: um diálogo na estruturação do ensino de física. In: CARVALHO, A. M. P. et al. *Ensino de Física*. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p.1-28.

SOUZA, A. M. de; NAZARÉ, T. S. de. A utilização de um programa de computador para simulações de óptica. *Física na Escola*, v.13, n.1, p.30-1, 2012.

UNIVERSITY OF COLORADO BOULDER, Phet, simulations. Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>. Acesso em: 19 jun. 2018.

VANIEL B. V.; HECKLER, V.; ARAÚJO, R. R. Investigando a inserção das TIC e suas ferramentas no ensino de física: estudo de caso de um curso de formação de professores. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 19., 2011, Manaus. *Anais*... Manaus: Universidade Federal do Amazonas, 2011.

ZABALA, A. *A prática educativa*: como ensinar. Trad. Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

_______. (Coord.) *Como trabalhar os conteúdos procedimentais em aula*. Trad. Ernani F. da Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1999.

Apêndice 5.1
Roteiro do Simulador "Homem em Movimento" para o aluno

Agora, iremos analisar propriedades que já estudamos do MRU. Nesse tipo de movimento, a aceleração sempre será igual a zero. Abra o simulador "O Homem em Movimento", clique na aba "Gráficos" e realize as tarefas abaixo.

1) Clique na aba "Gráficos" em seguida aperte o botão menos (-) do lado direito do gráfico de Aceleração. Isso irá fazer com que não apareça o gráfico da Aceleração porque nesse momento não o utilizaremos.
2) Ajuste as seguintes configurações na aba Gráficos do Simulador:
– Posição: –10 m
– Velocidade: 0 m/s
3) Clique na opção Iniciar (botão play) e pause após aproximadamente 10 segundos.
4) Faça um esboço (rascunho) dos dois gráficos na folha de respostas.
5) Nas condições desse gráfico, responda no caderno: o valor da velocidade varia? E a posição varia?
6) Qual foi o deslocamento do Homem no desenho acima? Tem alguma relação com o gráfico da velocidade? Explique.
7) Ajuste as seguintes configurações na aba Gráficos do Simulador:
– Posição: –10 m
– Velocidade: 1 m/s
8) Clique na opção Iniciar (botão play) e pause após aproximadamente 10 segundos.
9) Faça um esboço (rascunho) dos dois gráficos na folha de respostas.
10) Nas condições desse gráfico, responda no caderno: a velocidade varia? E a posição?

11) Determine a área entre o tracejado preto e a linha vermelha do gráfico da velocidade x tempo de zero a 10 segundos. (Lembre-se: a área do retângulo é base x altura)

12) Qual foi o deslocamento do homem dessa vez? O valor numérico possui alguma relação com o valor calculado na pergunta anterior?

13) Que conclusão podemos tirar a respeito do deslocamento com relação ao gráfico da velocidade x tempo?

14) Se a velocidade fosse negativa, o deslocamento seria positivo ou negativo? Justifique a sua resposta.

15) Primeiro clique no botão Limpar. A seguir ajuste para as seguintes configurações na aba Gráficos do Simulador:
– Posição: 10 m
– Velocidade: –1 m/s

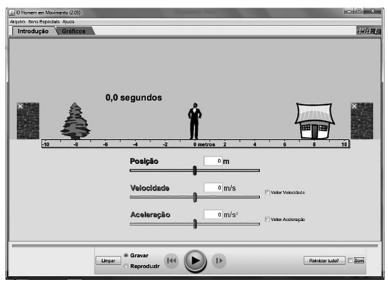
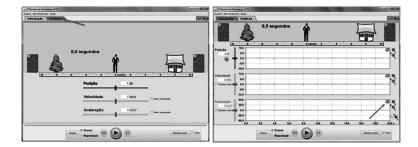
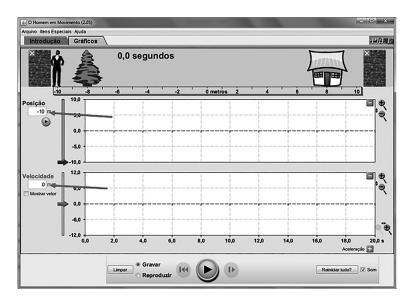
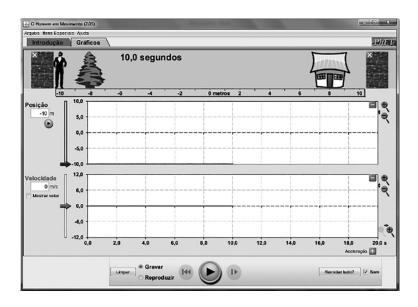
16) Clique na opção Iniciar (botão play) e pause após aproximadamente 10 segundos.

17) Determine a área entre o tracejado preto e a linha vermelha do gráfico da velocidade x tempo de zero a 10 segundos.

18) Qual é o deslocamento feito pelo homem?

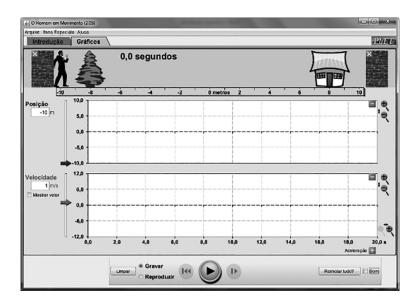
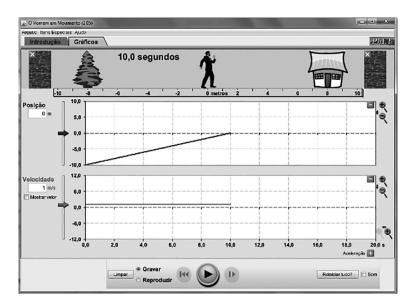
Apêndice 5.2
Versão para o professor do Simulador "Homem em Movimento"

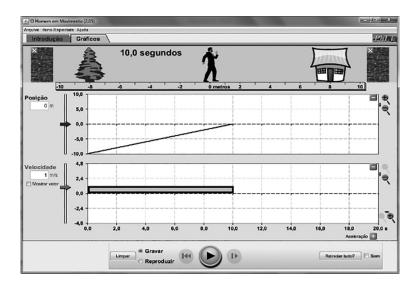
1ª parte: Verificação do Movimento Uniforme (MRU)

O simulador possui a interface gráfica amigável que permite ao usuário a utilização desse recurso sem dificuldade. Os alunos não terão maiores dificuldades de manuseá-los, portanto que saibam utilizar o computador.

1) Nesse passo, o usuário irá clicar nas setas indicadas em vermelho para primeiro MRUdar de aba e depois fechar o gráfico de aceleração.

2) Nesse passo, o aluno deverá configurar o simulador para o seu primeiro teste sobre o conceito de repouso e seus respectivos gráficos. Primeiro, o aluno deve digitar no campo Posição: –10. Já em velocidade tem que estar em zero.

3) No terceiro passo, os alunos verificarão os gráficos da posição e da velocidade que serão os apresentados a seguir.

4) Os alunos esboçarão os gráficos na folha de respostas.

5) Observando os gráficos, os alunos deverão responder que tanto a posição quanto velocidade não se alteram.

6) Os alunos já conhecem o conceito de deslocamento e poderão afirmar que como o Homem permanece parado, então o deslocamento é zero. Essa parte é importante para o aluno porque ele compreenderá a relação entre o movimento de uma partícula e o seu respectivo gráfico.

7) Agora, os alunos verificarão os gráficos de movimento dos corpos. Para isso, o aluno deve alterar apenas a velocidade para 1, mantendo a posição em –10 m. A posição tem que ser essa para que o Homem não colida com o Muro.

8) O gráfico dessa atividade está exibido na tela abaixo.

9) Nesse passo, os alunos deverão fazer o esboço dos dois gráficos do Simulador.
10) Aqui, o aluno deverá observar que a velocidade não MRUdou, mas a posição do Homem MRUdou.
11) O aluno deverá calcular a Área do retângulo desenhado no gráfico pela equação *Área = b.h.*

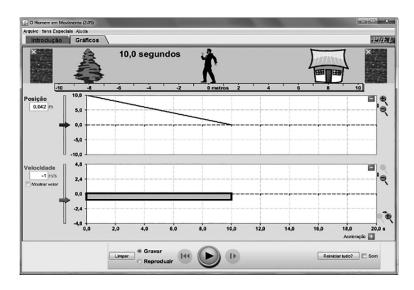
O valor esperado é que seja 10, mas o aluno poderá considerar como pode ser ligeiramente diferente, valores próximos também são aceitos.

12) A resposta do deslocamento tem que coincidir com o valor obtido no cálculo da Área feito no item anterior. Isso garantirá ao aluno que consiga relacionar os dois gráficos. Devido a limitação do simulador, é possível que o usuário pause em um momento em que a posição final ainda não zerou, mas é importante que o professor deixe claro para o aluno que ele pode arredondar nesse caso.
13) Os alunos poderão considerar que a Área encontrada no gráfico da velocidade será sempre o Deslocamento da partícula.

14) Nesse momento, é importante que o aluno saiba conceituar que uma velocidade negativa significa que o Homem se movimenta para trás, e portanto, o Deslocamento tem que ser negativo.

15) Nesse último conceito do MRU, os alunos analisarão o gráfico com velocidade negativa. Para fazer essa análise, os sinais da posição e da velocidade terão que ser invertidos.

16) Nesse item deve-se ter atenção com relação ao comando Limpar. o Se o aluno não clicar no botão "Limpar" primeiro, o gráfico terá uma pequena Mudança de velocidade e o gráfico vai ficar fora do limite de compreensão para o aluno.

17) De maneira semelhante a etapa 11, aluno deverá calcular a Área do retângulo desenhado no gráfico pela equação $\acute{A}rea = b.h$.

Devido a limitação do simulador, é possível que o usuário pause em um momento em que a posição final ainda não zerou, mas é importante que o professor deixe claro para o aluno que ele pode arredondar nesse caso.

18) Ao analisar os itens (14) e (17), os alunos devem responder que o deslocamento será –10m.

6
A Plataforma APP Inventor e o Movimento Maker:
satisfação dos alunos e contribuição como ferramenta didática

Ulisses José Raminelli
Carla Melissa de Paulo Raminelli
Moacir Pereira de Souza Filho

Introdução

As discussões sobre as causas e soluções para os problemas presentes na educação brasileira são bastante comuns na literatura. No entanto, acreditamos que "[...] não seja adequado discutir qualquer possibilidade educativa, de qualquer natureza, sem entender a concepção de mundo que a sustenta" (Bacco, 2016, p.32). Para tanto, faremos uma breve explanação sobre o perfil social atual, dando ênfase ao movimento *Maker*, que surge como fruto da cultura digital que vem se estruturando nas últimas décadas. Abordaremos, também, a necessidade de melhorarmos o diálogo entre a escola e a tecnologia. Como alternativa para isso, apresentamos a plataforma *App Inventor* e as metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Porém, antes é necessária uma contextualização histórica sobre as tecnologias.

A atual configuração social sofreu grande influência da excitação do período pós-guerra nos Estados Unidos e nos territórios europeus recém-libertados do domínio nazista. Ela traz "[...] características realmente novas, como o surgimento de uma cultura de massa, que fugia completamente aos padrões estabelecidos da 'alta cultura' europeia" (Belloni, 2003, p.123). "A Europa, traumatizada pelas guerras e ameaçada pelas intenções expansionistas do império soviético,

abre suas portas para a democracia no modelo americano, ou seja, liberal e competitiva" (ibidem).

No entanto, o modelo keynesiano[1] de capitalismo, "[...] que levou prosperidade econômica sem precedentes e estabilidade social à maior parte das economias de mercado durante quase três décadas após a Segunda Guerra Mundial, atingiu as próprias limitações no início da década de 1970" (Castells, 1999, p.55). Nesse contexto, o movimento modernista que trazia em seu bojo o propósito de "[...] inverter a ordem da temporalidade e fazer do futuro, e não mais do passado, o *locus* da felicidade vindoura, e do fim dos sofrimentos [...]" (Lipovetsky, 2011, p.14), também entra em crise.

Na Europa ocidental, jovens e operários manifestavam seu descontentamento "[...] contra um sistema que só se fazia fortalecer com a prosperidade econômica e que invadia a orgulhosa cultura local com produtos de qualidade duvidosa [...]" (Belloni, 2003, p.124). Esse levante aconteceu durante o primeiro semestre de 1968, mas ficou conhecido como "Maio de 1968".

Em novembro de 1967, Guy Debord publicou seu livro, *A sociedade do espetáculo*.

> Nele estão contidas as ideias fundamentais de Debord sobre a sociedade contemporânea: a separação, o afastamento do mundo vivido em imagens que o representam, criando um mundo de imagens autonomizadas, que escapam ao controle do homem [...]. No centro da concepção de espetáculo está a tecnologia, com seus desafios à criação artística e científica e seu poder potencializador da separação generalizada, típica do espetáculo e fundamento da alienação [...] (Belloni, 2003, p.130-2)

"No fim do segundo milênio da Era Cristã, vários acontecimentos de importância histórica transformam o cenário social da vida humana" (Castells, 1999, p.39). Dentre os marcos transformadores

1 Modelo econômico no qual a moeda determina a dinâmica de economias de mercado (Carvalho, 2006)

da época, temos a revolução da tecnologia da informação que nos conduz a uma mudança de paradigma. A nova estrutura social assenta suas bases no informacionalismo; nesse novo modo de desenvolvimento, fruto da reestruturação do modo de produção do capitalismo, a produtividade está diretamente relacionada à tecnologia, tanto na geração de conhecimento quanto no processamento de informações. Nesse contexto de mudanças, o Estado assume papel preponderante de regulador entre as necessidades sociais e as inovações tecnológicas, fomentando ou freando possíveis avanços (Castells, 1999).

A partir do início da década de 1990, a internet ganha força e com ela surgem as redes de computadores. Fenômeno mundial que acaba por determinar "[...] a nova morfologia social de nossas sociedades e a difusão da lógica de redes modifica de forma substancial a operação e os resultados dos processos produtivos e de experiência, poder e cultura" (ibidem, p.565).

Assim, observamos a consolidação da Sociedade do Espetáculo prevista por Debord em sua obra de 1967. Uma sociedade que opera em rede, tendo em vista que "[...] nas novas condições históricas, a produtividade é gerada, e a concorrência é feita em uma rede global de interação entre redes empresariais" (ibidem, p.119). Para Debord (1997, apud Belloni, 2003, p.134), a sociedade que foi modernizada "[...] até o estágio do espetáculo integrado se caracteriza pela combinação de cinco aspectos principais: a incessante renovação tecnológica, a fusão econômico-estatal, o segredo generalizado, a mentira sem contestação e o presente perpétuo".

A sociedade do início do século XXI é fortemente caracterizada pela presença das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC); nela, a potencialização da comunicação é característica marcante de uma "[...] nova forma de organização econômica, social, política e cultural, identificada como Sociedade da Informação (SI), [...] essa nova sociedade se sustenta, em grande medida, no desenvolvimento espetacular das TIC durante a segunda metade do século XX" (Coll; Monereo, 2010, p.15). Esse novo contexto acaba afetando diretamente os nossos hábitos de vida, de tal forma que,

"[...] integrados às novas tecnologias, foram alterados e provocaram outra forma de comunicação e de contato com a cultura e com o conhecimento" (Bannell et al., 2016, p.86).

Esse novo arranjo social fez surgir uma cultura digital pautada por "[...] processos comunicacionais, de experiência, de vivências, de produção e de socialização dessas produções, numa perspectiva multidimensional e não-linear" (Sampaio; Bonilla apud Bonilla; Pretto, 2015, p.502). No entanto, a apropriação das novas tecnologias, bem como da cultura por elas embasadas, tem ocorrido de maneiras distintas nos diferentes grupos socioculturais,

> [...] ela é alta e rápida nos processos de comunicação, onde os agentes (as "mídias") se apropriam imediatamente das novas tecnologias e as utilizam numa lógica de mercado; e tende a ser muito baixa nos processos educacionais, cujas características estruturais e institucionais dificultam mudanças e inovações pedagógicas e organizacionais [...] (Bévort; Belloni, 2009, p.1084)

O pouco diálogo com "o novo", a procrastinação, características do sistema educacional vigente, mostra que esse "[...] permanece bastante comprometido com a filosofia educacional do final do século XIX e início do século XX, e até o momento nenhum dos que desafiaram estas sacrossantas tradições foi capaz de afrouxar o domínio do sistema educacional em vigência [...]" (Papert, 1994, p.11). Tal postura tem dificultado a implementação de mudanças no ambiente escolar.

No entanto, a integração das TDIC ao ambiente escolar e a prática docente "[...] é fundamental porque estas técnicas já estão presentes na vida de todas as crianças e adolescentes e funcionam – de modo desigual, real ou virtual – como agências de socialização, concorrendo com a escola e a família" (Bévort; Belloni, 2009, p.1084). Portanto, pensarmos, planejarmos e estruturarmos a utilização das TDIC no ambiente escolar é uma responsabilidade da qual governo, sociedade civil, gestores escolares e professores não podem e não devem se abster.

Precisamos, no entanto, tomar cuidado para não incorrer no erro de entrever as TDIC como a panaceia do ensino formal. Muitas vezes

> [...] os argumentos a favor da incorporação das TIC na educação formal e escolar passam a ser, na verdade e com muita frequência, um axioma que não se discute ou que encontra sua justificativa última nas facilidades que essas tecnologias oferecem para implementar certas metodologias de ensino ou certos postulados pedagógicos previamente estabelecidos e definidos em suas linhas essenciais. (Coll; Monereo, 2010, p.69)

Referindo-se à utilização da tecnologia na educação, Papert (1994 p.18) preconizou mudanças quando mencionou que não "[...] deveríamos nos manter inconscientes de que uma revolução está em preparo ou que não deveríamos fazer todo o possível para orientar seu desenvolvimento [...]".

Nesse momento de descontextualização da escola com uma sociedade voltada ao espetáculo, como sugere Debord, ou hipermoderna onde vivenciamos uma "[...] modernização desenfreada, feita de mercantilização proliferativa, de desregulamentação econômica, de ímpeto técnico-científico [...]" (Lipovetsky, 2011, p.53), a capacidade mediadora das TDIC desponta como um possível ponto de reconexão das atividades docentes com a comunidade discente que, em sua maioria, são "[...] 'falantes nativos' da linguagem digital de computadores, videogames e Internet." (Prensky, 2001, p.1, tradução nossa). No entanto, Coll e Monereo (2010, p.76) lembram que tal capacidade "[...] torna-se ou não efetiva – e pode tornar-se efetiva em maior ou menor medida – nas práticas educacionais nas salas de aula em função dos usos que os participantes fazem delas".

Quanto ao como fazermos uso das TDIC no ambiente escolar, chamamos a atenção para o movimento *Maker*, tendo em vista que esse "[...] está relacionado à aprendizagem prática no qual o estudante é protagonista do processo de construção do seu conhecimento, aprendendo assuntos de seu interesse e satisfação" (Santana et al.,

2016, p.182). Nesse movimento, o aluno "[...] passa a atuar como autor do próprio ambiente de aprendizado, de forma descentralizada passa a produzir seu próprio material didático e ajuda os demais colegas na resolução dos problemas apresentados" (ibidem).

O movimento *Maker* tem origem no final dos anos 1990 "[...] a partir da cultura do "faça você mesmo" (DIY – *Do It Yourself*) e tem como princípios: fazer, compartilhar, dividir, doar, aprender, equipar, brincar, participar, apoiar e mudar" (Hatch, 2013 apud Borges; Menezes; Fagundes, 2016, p.515). Com ele, surgem os *makerspaces*, isto é, espaços onde "[...] é possível encontrar impressoras 3D, cortadoras *laser*, placas de processamento de hardware aberto, sensores, atuadores, dispositivos móveis, entre outros" (ibidem). São espaços cujo objetivo é permitir a criação de qualquer tipo de produto, serviço ou tecnologia. Gavassa et al. (2017, p.2) enfatiza que: "[...] pelo fato dos produtos serem origem das trocas de diversos "inventores", uma das principais características desse momento é o código aberto, que permite o acesso e recriação/cocriação a qualquer um por meio de documento e manuais disponíveis na rede".

"As atividades realizadas nos *makerspaces* educacionais tem características do construcionismo de Papert" (Borges; Menezes; Fagundes, 2016, p.516). Santana et al. (2016, p.182) colocam que essa abordagem "[...] instiga habilidades e competências por meio de atividades em que o aprendiz, por meio do fazer, coloca a mão na massa construindo algo de seu interesse e para o qual está motivado". No construcionismo, um recurso tecnológico digital "[...] é usado para o aprendiz resolver problemas, por meio da formalização, explicitação e construção do conhecimento. Essa abordagem consiste em criar situações que permitam ao estudante resolver problemas reais e aprender com o uso e com a experiência [...]" (Schlünzen; Santos, 2016, p.59).

Em ressonância com uma abordagem construcionista do movimento *Maker* temos as metodologias ativas de ensino-aprendizagem. As metodologias são consideradas ativas quando "[...] são estratégias de ensino centradas na participação efetiva dos estudantes na construção do processo de aprendizagem, de forma flexível,

interligada e híbrida" (Bacich; Moran, 2018, l. 451). Staker e Horn (2012 apud Valente, 2014, p.84) definem *blended learning* ou ensino híbrido "[...] como um programa de educação formal que mescla momentos em que o aluno estuda os conteúdos e instruções usando recursos on-line, e outros em que o ensino ocorre em uma sala de aula, podendo interagir com outros alunos e com o professor". Essas metodologias promovem "[...] a convergência das experiências que colocam o estudante no centro do processo de aprendizagem, fortalecido pela tecnologia da informação [...]" (Mattasoglio Neto; Soster, 2017, p.3).

Técnicas como Sala de Aula Invertida (*Flipped classroom*), Aprendizagem por Pares (*Peer Instruction*), Aprendizagem em equipes (*Team Based Learning*), Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based Learning* – PBL), Estudo de caso, Aprendizagem Baseada em Projetos (*Project Based Learning* – PBL), entre outras, são utilizadas na implementação de metodologias ativas. No entanto, desenvolver atividades de ensino pautadas nessas técnicas preconiza mudança de postura discente; o estudante precisa abandonar a posição passiva e descompromissada em relação a própria formação. Para engajar-se em um processo ativo de aquisição de conhecimento é necessário que o aluno "[...] se conheça e entenda suas dificuldades, busque superá-las sem se punir, descobrindo também suas habilidades e potencialidades. Assim, ele poderá estar descobrindo ou redescobrindo qual é o tipo de sua inteligência" (Schlünzen; Santos, 2016, p.50).

O posicionamento docente é fundamental na consolidação de uma postura inovadora frente ao processo de ensino-aprendizagem. Muitos "[...] professores não foram e não estão preparados para lidar com ambientes abertos, horizontalizados, que não possibilitam o monitoramento e o controle" (Bonilla; Pretto, 2015, p.515). Entretanto, o engajamento ao que propõem as metodologias ativas de ensino-aprendizagem "[...] exige dos professores romper com os ritos já instituídos e com concepções de que o detentor do conhecimento é o professor e os canônicos materiais por ele utilizados, a exemplo dos livros didáticos" (ibidem, p.513).

> Trabalhar com estratégias ativas para promover a aprendizagem não é simples, porque exige do professor uma boa dose de conhecimento do conteúdo com que trabalha, ao mesmo tempo em que exige a humildade de se colocar como aprendiz e, junto com os estudantes, aprender até mesmo sobre esse conteúdo. [...] Exige a disponibilidade para enfrentar surpresas e a coragem de saber dizer "isso eu não entendi, preciso pensar sobre isso", e mostrar ao estudante como ele, o professor, aprende, o que significa saber se expor como alguém que também está aprendendo, juntamente com o estudante em sala de aula. (Mattasoglio Neto; Soster, 2017, p.3)

"O professor torna-se, cada vez mais, um gestor e orientador de caminhos coletivos e individuais, previsíveis e imprevisíveis, em uma construção mais aberta, criativa e empreendedora" (Bacich; Moran, 2018, p.562).

No contexto da sociedade atual, espetacular, hipermoderna, informacional, que opera em redes; onde a educação formal tem resistido, com sucesso, a inovações no paradigma vigente, Castells (1999, p.69) enfatiza que: "as novas tecnologias da informação não são simplesmente ferramentas a serem aplicadas, mas processos a serem desenvolvidos. Usuários e criadores podem tornar-se a mesma coisa. Dessa forma, os usuários podem assumir o controle da tecnologia [...]".

Em harmonia com o ponto de vista proposto por Castells, a plataforma *App Inventor*[2] "[...] permite ao usuário desenvolver e gerenciar aplicativos móveis que podem ser utilizados em smartphones." (Raminelli, 2016, p.30). Ela "[...] é parte de um movimento em curso em computadores e educação que começou com o trabalho de Seymour Papert e o MIT Logo Group na década de 1960 [...]" (Wolber et al., 2014). Tem como objetivo "[...] proporcionar às pessoas leigas uma iniciação ao mundo da programação, mas de uma forma inovadora. Para tanto, transformaram a linguagem complexa de codificação textual em blocos de construção visual" (Raminelli,

2 Disponível em: <http://appinventor.mit.edu/explore/front.html>.

2016, p.30). Assim, o usuário determina a aparência visual de aplicativos móveis para plataforma *Android*, utilizando uma ferramenta visual do tipo arrasta e solta. Os blocos, quando reunidos corretamente, se encaixam como peças de um quebra-cabeça. A Figura 6.1 apresenta a programação de um botão, onde são utilizados vários blocos de programação para definir o comportamento desse, isto é, quando esse botão é pressionado, qual comando será enviado para o dispositivo.

Figura 6.1 – Linguagem de programação em blocos da plataforma *App Inventor*.

Fonte: Disponível em: <https://mundodarobotica.files.wordpress.com/2014/02/codebotao.png>.

Valente (1999, p.52) ressalta que "[...] o valor educacional da programação, de modo geral, está no fato de que um programa representa descrições escritas de um processo de pensamento, o qual pode ser examinado, discutido com outros e depurado". O mesmo autor propõe a ideia de que "[...] a programação acontece em ciclos, auxiliando o processo de construção do conhecimento" (ibidem, p.19).

"A ideia do ciclo foi desenvolvida, analisando as ações que o aprendiz realiza quando programa o computador, porém ela pode ser utilizada para entender o papel de outros tipos de *softwares* no processo de construção de conhecimento [...]" (ibidem, p.27). O ciclo é composto, basicamente, pelas ações: descrição – execução – reflexão – depuração.

Durante a programação, o aluno "descreve" as etapas que ele entende como necessárias para a execução da tarefa ou solução de um problema; a descrição é feita utilizando linguagens de programação e o programa, resultado desta ação, pode ser considerado como uma representação da ideia do aprendiz.

Com o programa "pronto", o aluno envia o comando para a máquina (computador, *smartphone*, *tablet*), que o "executa". "Essa execução fornece um '*feedback*' fiel e imediato, desprovido de qualquer animosidade ou afetividade que possa haver entre o aluno e o computador. O resultado obtido é fruto somente do que foi solicitado à máquina" (Valente, 1999, p.74).

O aprendiz "reflete" sobre o resultado fornecido pela máquina. Caso o objetivo proposto inicialmente tenha sido alcançado, o programa não precisa ser modificado e o problema foi resolvido, ou a tarefa cumprida. No entanto, se o resultado for negativo será necessário depurar o procedimento.

Na "depuração" o aluno procura pelo erro; "[...] o processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aprendiz aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de solução de problemas" (Valente, 2002, p.27). O ciclo descrição – execução – reflexão – depuração é repetido.

Figura 6.2 – Interação aprendiz-máquina na situação de programação.

Fonte: Valente (1999).

Valente (2002, p.27) chama a atenção para o fato de que: "As ações podem ser cíclicas e repetitivas, mas a cada realização de um ciclo, as construções são sempre crescentes. [...] Assim, a ideia mais adequada para explicitar o processo mental dessa aprendizagem é a de uma espiral". A Figura 6.2 mostra o ciclo da aprendizagem proposto por Valente (1999, p.75) referente à atividade de programação com os diversos elementos presentes na interação do aluno com a máquina durante esse processo.

Na Aprendizagem Baseada em Projetos, os alunos "[...] se envolvem com tarefas e desafios para resolver um problema ou desenvolver um projeto que tenha ligação com a sua vida fora da sala de aula. No processo, eles lidam com questões interdisciplinares, tomam decisões e agem sozinhos e em equipe" (Bacich; Moran, 2018, p.723). Essa técnica permite uma abordagem construcionista dos problemas ou projetos que podem ser desenvolvidos na escola tendo em vista que propõe que esses tenham ligação com as atividades dos alunos fora do ambiente escolar, isto é, eles devem ser significativos para os aprendizes. A interdisciplinaridade abre espaço para relações dinâmicas entre conteúdos escolares, bem como para a inserção das TDIC. Essas podem ser envolvidas nos projetos pela plataforma *App Inventor* que, como já vimos, vai de encontro ao movimento *Maker*.

Este capítulo tem como objetivo discutir a importância da inserção das TDIC na educação, bem como a necessidade de renovação da prática docente, tendo em vista o contexto social no qual tais práticas têm acontecido. Nele, apontamos resultados referentes à aceitação, por parte dos alunos, de um aplicativo desenvolvido por nós, na plataforma *App Inventor*, destinado a um curso de eletrodinâmica para o ensino médio, vinculado a uma pesquisa maior que propõe a utilização de *smartphones* no ensino de Física.

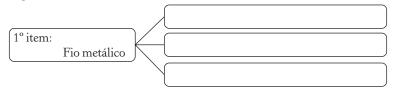
Metodologia

A pesquisa faz parte de uma dissertação apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Foi

desenvolvida no segundo semestre do ano letivo de 2015, na Escola Estadual Deputado Felício Tarabay, no município de Tarabai (SP). A amostra envolveu 39 adolescentes, alunos regularmente matriculados no 3º ano do ensino médio.

Os dados foram coletados por meio de quatro questionários, aplicados em fases distintas do projeto. Com o primeiro, buscamos informações sobre as formas como os participantes utilizavam a tecnologia, bem como sobre o acesso deles a ela, isto é, se possuíam computadores, *tablets* e *smartphones*. Utilizamos questões fechadas e os dados coletados receberam tratamento estatístico.

O segundo questionário, elaborado por nós, teve como objetivo o levantamento de subsunçores[3] gerais sobre a eletrodinâmica. Sua aplicação envolveu uma atividade na qual apresentamos, separadamente, oito itens (fio metálico, pedaço de borracha, barra de ferro, pedaço de madeira, pilhas comuns, lâmpada incandescente, chuveiro elétrico e ferro de passar roupa) para os participantes. Solicitamos que preenchessem os três espaços disponíveis para cada elemento com as primeiras palavras ou expressões que surgissem em suas mentes ao visualizarem cada um dos elementos. A Figura 6.3 traz uma vista parcial da estrutura deste instrumento de coleta.

Figura 6.3 – Elementos associados a fio metálico solicitado aos alunos.

Fonte: Os Autores.

No terceiro questionário, voltamos nossa atenção para subsunçores específicos da eletrodinâmica. Em uma questão aberta solicitamos que os participantes conceituassem, condutor elétrico, isolante elétrico, corrente elétrica, potência elétrica, energia elétrica,

3 Conhecimentos prévios ou conceitos relevantes presentes na estrutura cognitiva do aprendiz capazes de ancorar novas informações.

resistência elétrica, gerador elétrico, receptor elétrico. A Figura 6.4 apresenta esse trecho no instrumento de coleta de dados.

Figura 6.4 – Conceituação solicitada aos alunos.

Conceitue com suas palavras os elementos a seguir:

a) Condutor elétrico:

____

b) isolante elétrico:

____

Fonte: Os autores.

Para tratamento dos dados levantados no segundo e terceiro questionários utilizamos unidades de registro com base gramatical. Richardson et al. (2012, p.234) colocam que: "Toda análise de conteúdo supõe a degradação de uma mensagem em seus elementos constitutivos chamados unidades de registro. Ditas unidades correspondem ao segmento de conteúdo considerado como unidade base da análise, visando à categorização e à quantificação da informação".

Richardson et al. (2012, p.234) expõem que podemos "[...] analisar categorias de palavras, tais como substantivos, adjetivos, verbos, etc., visando estabelecer determinados coeficientes". Em nosso caso, voltamos nossa atenção para o coeficiente "tema". Esse nos permitiu analisar os temas de um discurso de tal forma que "[...] reescrevemos um fragmento do discurso para extrair seu significado" (ibidem, p.236).

Com o quarto questionário, buscamos averiguar a aceitação dos alunos em relação ao aplicativo. Para tanto, elaboramos 14 questões fechadas; com exceção das três primeiras, as perguntas foram elaboradas segundo a escala do tipo Likert: "A escala original tinha a proposta de ser aplicada com cinco pontos, variando de discordância total até a concordância total. Entretanto, atualmente existem modelos chamados do tipo Likert com variações na pontuação, a critério do pesquisador" (Costa; Silva Jr., 2014, p.5). No nosso caso, apenas nas duas últimas perguntas utilizamos seis opções, tendo em vista os temas abordados por elas. Nas demais mantivemos o formato padrão

de cinco opções para respostas, conforme proposto por Rensis Likert, em 1932. A Figura 6.5 apresenta parte do instrumento de coleta, dando ênfase às questões que serão foco das discussões a seguir.

Figura 6.5 – Avaliação do aplicativo pelos estudantes.

6. Você está satisfeito com o funcionamento do aplicativo?
   - o Extremamente satisfeito.
   - o Um pouco satisfeito.
   - o Satisfeito.
   - o Um pouco insatisfeito.
   - o Extremamente insatisfeito.

8. O aplicativo é de fácil manuseio?
   - o Extremamente fácil.
   - o Um pouco fácil.
   - o Fácil
   - o Um pouco difícil.
   - o Extremamente difícil.

11. Você ahca que o aplicativo contribuiu para sua compreensão dos conteúdos abordados?
    - o Contribuiu muito.
    - o Contribuiu um pouco
    - o Contribuiu.
    - o Não contribuiu muito.
    - o Não contribuiu.

Fonte: Os autores.

Basicamente, as questões indagaram os participantes sobre a utilização do aplicativo, isto é, se conseguiram utilizá-lo, ou não, e, se não conseguiram, por quê; se estavam satisfeitos com o funcionamento; se o aplicativo foi de fácil manuseio. Algumas questões focaram temas pedagógicos como, se o aplicativo tornou a apresentação dos conteúdos mais interessante e se ajudou na compreensão deles; se os alunos gostariam que esse tipo de tecnologia viesse a ser utilizada em outras disciplinas e conteúdos. Novamente empregamos método estatístico para o tratamento dos dados coletados.

Conforme mencionamos anteriormente, focaremos nossa discussão nas questões destacadas na Figura 6.5: *Você está satisfeito com o funcionamento do aplicativo? O aplicativo é de fácil manuseio? Você acha que o aplicativo contribuiu para sua compreensão dos conteúdos abordados?*

Resultados e discussão

A Figura 6.6 traz resultados referentes ao funcionamento do aplicativo. Percebemos que a maioria dos usuários (54,50%) ficaram satisfeitos com o desempenho do aplicativo, e 15,20% manifestaram-se um pouco satisfeitos, enquanto 27,30%, extremamente satisfeitos.

Figura 6.6 – Satisfação com o funcionamento do aplicativo.

Fonte: Os autores.

O manuseio do aplicativo foi considerado fácil (36,4%), ou extremamente fácil (54,6%), pela maioria dos alunos. A Figura 6.7 apresenta os dados relacionados a esta questão.

Figura 6.7 – Manuseio do aplicativo.

Fonte: Os autores.

Quanto ao aplicativo contribuir para a compreensão dos conteúdos abordados no curso de eletrodinâmica, 97% dos aprendizes responderam afirmativamente, como mostra a Figura 6.8.

Figura 6.8 – Contribuição do aplicativo para compreensão do conteúdo.

45,5% 18,2% 33,3% 3,0%

Contribuiu muito Contribuiu um pouco Contribuiu Não respondeu

Fonte: Os autores.

Os dados apresentados referem-se à utilização de *smartphones* de forma sistemática em um curso de eletrodinâmica do ensino médio. No entanto, acreditamos que eles possam embasar nosso ponto de vista quanto à utilização das TDIC no ensino de Física, bem como em outras disciplinas.

Os resultados relacionados à satisfação com o funcionamento do aplicativo, apresentados na Figura 6.6, nos dão segurança em relação à qualidade do serviço disponibilizado pela plataforma *App Inventor*. O aplicativo, depois de finalizada sua estruturação, não apresentou nenhum tipo de mal funcionamento. Outro fator positivo da plataforma é a facilidade para aprender e utilizar a linguagem de programação em blocos. Acreditamos que ela possa ser utilizada em ações relacionadas à Aprendizagem Baseada em Projetos e que, por permitir a elaboração de aplicativos para dispositivos móveis, a proposta dela se encaixe facilmente com a ideia do "*Do It Yourself*" (faça você mesmo) que embasa a cultura *Maker*, bem como com a abordagem construcionista, tendo em vista que, quando o aprendiz elabora programas, com intuito de resolver problemas ou realizar

tarefas, o ciclo de ações proposto por Valente pode ser identificado facilmente (Valente, 2002).

Quando analisamos os dados encontrados sobre o manuseio do aplicativo (Figura 6.7), percebemos como os aprendizes relacionam-se facilmente com novas propostas de utilização da tecnologia. A quase totalidade das respostas remete à facilidade no manuseio. Acreditamos que esse resultado se deve ao fato de que "[...] crianças e jovens, independentemente das condições socioeconômicas de suas famílias, já estão vivendo, direta ou indiretamente, o contexto da cultura digital" (Bonilla; Pretto, 2015, p.511).

"Novos dispositivos tecnológicos constroem novas linguagens, que precisamos nos apropriar para poder ampliar os âmbitos tradicionalmente trabalhados nos processos de ensino e aprendizagem, que não dão conta da realidade contemporânea" (Bacco, 2016, p.52). No entanto, devemos tomar cuidado para não atribuirmos valor excessivo ao potencial renovador/transformador das TDIC. Como mencionamos anteriormente, o potencial mediador de transformação e renovação das novas tecnologias depende de muitos fatores, dentre eles, do uso que será dado às tecnologias no ambiente escolar. Cuban (2003 apud Coll; Monereo, 2010, p.74) chama a atenção sobre o tipo de uso que tem sido dado às tecnologias ressaltando que: "[...] estas potentes tecnologias frequentemente acabam sendo utilizadas como editores de texto e em aplicações de um nível baixo, que reforçam as práticas educacionais existentes em vez de transformá-las". "Se tomadas a partir de outros parâmetros, as tecnologias digitais podem contribuir com a tarefa de ensinar, sobretudo ao que se refere ao acesso, organização e gestão dos conteúdos a serem ensinados/aprendidos" (Mamede-Neves; Duarte, 2008, p.784).

Os dados sobre a contribuição do aplicativo para compreensão do conteúdo tratado no curso de eletrodinâmica, abordados na Figura 6.8, embasam o ponto de vista de que as TDIC podem proporcionar "[...] uma série de representações, analogias, exemplos, explanações e demonstrações que podem ajudar a tornar o assunto mais acessível para o aluno" (Mishra; Koehler, 2006, p.1023, tradução nossa).

No entanto, a abordagem dada às TDIC durante a preparação e desenvolvimento do curso ministrado por nós deixou a desejar em relação à proposta apresentada neste trabalho. Afirmamos isso tendo em vista que, em razão de vários fatores limítrofes, não pudemos desenvolver a Aprendizagem Baseada em Projetos; tivemos que apresentar o aplicativo pronto para os alunos. Com isso, não pudemos contar com o potencial inovador que uma abordagem construcionista da cultura *Maker* poderia proporcionar.

Considerações finais

"O processo de ensino aprendizagem baseado na transmissão de informações foi criticado por John Dewey há mais de um século como sendo antiquado e ineficaz" (Valente, 2014, p.81). Na sociedade da informação, espetacular, hipermoderna, onde "[...] as novas gerações estão integradas a uma nova cultura em formação, uma cultura em que a convergência das mídias vem transformando seu modo de viver e de ver o mundo [...]" (Mamede-Neves; Duarte, 2008, p.781), a atividade docente acontece em um contexto "[...] muito diferente das conceptualizações anteriores do conhecimento do professor, nas quais as tecnologias foram padronizadas e relativamente estáveis" (Mishra; Koehler, 2006, p.1023, tradução nossa). Assim, "[...] acreditamos que a escola precisa se deslocar das concepções de ensino/aprendizagem, nas quais o livro e ela própria se configuram como únicas possibilidades de aquisição de conhecimento e de cultura [...]" (Mamede-Neves; Duarte, 2008, p.782).

Com o intuito de contribuir para contextualização da atividade docente é que propusemos uma abordagem construcionista do movimento *Maker* através da plataforma *App Inventor* e das metodologias ativas de ensino-aprendizagem. Acreditamos que os resultados obtidos por nós, mesmo com os problemas e limitações enfrentados no transcorrer da pesquisa, apontam resultados positivos quanto a utilização das TDIC como ferramenta didática em sala de aula.

Compartilhamos do ponto de vista defendido por Bacich e Moran (2018, p.616), no qual: "A combinação de metodologias ativas com tecnologias digitais móveis é hoje estratégica para a inovação pedagógica".

Do exposto, concluímos sugerindo que pesquisas que envolvam novas metodologias de ensino-aprendizagem e as TDIC, aplicadas em ambiente real de sala de aula, devem ser desenvolvidas, mas sem perder de vista a necessidade de contextualizarmos a escola e as atividades docentes de forma crítica e inovadora.

Referências

BACCO, T. S. *Grupo colaborativo e o uso da mídia na escola*: avaliação de uma proposta formativa de professores. Presidente Prudente, 2016. 250f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

BACICH, L.; MORAN, J. *Metodologias ativas para uma educação inovadora*: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018. E-book. Edição do Kindle.

BANNELL, R. I. et al. *Educação no século XXI*: cognição, tecnologias e aprendizagens. Rio de Janeiro: PUC, 2016.

BELLONI, M. L. A formação na sociedade do espetáculo: gênese e atualidade do conceito. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n.22, p.121-36, abr. 2003. ISSN 1413-2478. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413=24782003000100011-&lng=pt&nrm-iso>. Acesso em: 25 mai. 2018.

BÉVORT, E.; BELLONI, M. L. Mídia-educação: conceitos, história e perspectivas. *Educação & Sociedade*, v.30, n.109, p.1081-102, dez. 2009. http://dx.doi.org/10.1590/s0101-73302009000400008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v30n109v30n109a08.pdf>. Acesso em: 9 maio 2018.

BONILLA, M. H.; PRETTO, N. L. Política educativa e cultura digital: entre práticas escolares e práticas sociais. *Perspectiva*, v.33, n.2, p.499-521, dez. 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-795X.2015v-33n2p499>. Acesso em: 25 maio 2018.

BORGES, K.; MENEZES, C.; FAGUNDES, L. Projetos Maker Como Forma de Promover o Desenvolvimento do Raciocínio Formal In.: WORKSHOP

DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 12., Uberlândia. *Anais*... Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/309888796_Projetos_Maker_Como_Forma_de_Promover_o_Desenvolvimento_do_Raciocinio_Formal_Atraves_do_Pensamento_Computacional>. Acesso em: 19 jun. 2018.

CARVALHO, F. J. C. A economia keynesiana e a moeda na economia moderna. In: CROCCO, M.; JAYME JUNIOR, F. G. (Org.) *Moeda e território*: uma interpretação da dinâmica regional brasileira. Belo Horizonte: Autêntica, 2006. p.29-38.

CASTELLS, M. *A sociedade em rede*. 6.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

COLL, C.; MONEREO, C. *Psicologia da Educação Virtual*: Aprender e ensinar com as Tecnologias da Informação e da Comunicação. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, F. J.; SILVA JUNIOR, S. D. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. *Revista Brasileira de Pesquisas de Marketing, Opinião e Mídia*, v.15, p.1-16, out. 2014.

GAVASSA, R. C. F. B. et al. Cultura maker, aprendizagem investigativa por desafios e resolução de problemas na SME – SP (Brasil). In: I CONFERÊNCIA FABLEARN BRASIL, São Paulo, USP, 2016. *Anais*... Disponível em: <https://fablearn.org/wp-content/uploads/2016/09/FLBrazil_2016_paper_127.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2017.

LIPOVETSKY, G. *Os tempos hipermodernos*. 4.ed. São Paulo: Barcarolla, 2011.

MAMEDE-NEVES, M. A. C.; DUARTE, R. O contexto dos novos recursos tecnológicos de informação e comunicação e a escola. *Educação e Sociedade*, Campinas, v.29, n.104, p.769-89, out. 2008. Especial. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v29n104/a0729104>. Acesso em: 25 maio 2018.

MATTASOGLIO NETO, O.; SOSTER, T. S. (Org.) *Inovação acadêmica e aprendizagem ativa*. Porto Alegre: Penso, 2017. E-book. Edição do Kindle.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*. New York, p.1017-1054. jun. 2006. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=33744758928&partnerID=8YFLogxK>. Acesso em: 20 maio 2018.

PAPERT, S. *A máquina das crianças*: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

PRENSKY, M. Digital Natives, Digital Immigrants. *On The Horizon*, Bingley, v.9, n.5, p.1-6, out. 2001. Disponível em: <http://www.marcprensky.

com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.

RAMINELLI, U. J. *Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula*: desenvolvimento de um aplicativo para eletrodinâmica. Presidente Prudente, 2016. 201f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) –Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/148579>. Acesso em: 7 jun. 2017.

RICHARDSON, R. J. et. al. *Pesquisa social*: métodos e técnicas. 3.ed., São Paulo: Atlas, 2012.

SANTANA, A. M. et al. Atividades Maker no Processo de Criação de Projetos por Estudantes do Ensino Básico para uma Feira de Ciências. In.: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 12., Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2016. Disponível em: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/wie/article/view/6615/4526>. Acesso em: 19 jun. 2018.

SCHLÜNZEN, E. T. M.; SANTOS, D. A. N. *Prática pedagógicas do professor*: abordagem construcionista, contextualizada e significativa para uma educação inclusiva. Curitiba: Appris, 2016.

VALENTE, J. A. (Org.) *O computador na sociedade do conhecimento*. Brasília: Estação Palavra, 1999. Col. Informática para Mudança da Educação. Disponível em: <http://usuarios.upf.br/~teixeira/livros/computador-sociedade-conhecimento.pdf>. Acesso em: 7 maio 2016.

________. A espiral da aprendizagem e as tecnologias de informação e comunicação: repensando conceitos. In: JOLY, M. C. R. A. (Org.) *A tecnologia no ensino*: implicações para a aprendizagem. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2002. p.15-37.

________. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. *Educar em Revista*, n.4, p.79-97, 2014. http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.38645. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/er/nspe4/0101-4358-er-esp-04-00079.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.

WOLBER, D. et al. *App Inventor 2*: create your own Android apps. 2.ed. Sebastopol: O'reilly, 2014.

7
O ensino híbrido e as ferramentas Google para educação: metodologia aplicada ao ensino de Ondulatória

Rodolfo Henrique de Mello Caversan
Moacir Pereira de Souza Filho

Introdução

Há alguns anos, educadores e pesquisadores têm discutido os resultados obtidos e os caminhos adotados pelas políticas educacionais desde a redemocratização em 1988. Infelizmente, de acordo com os dados divulgados pelo Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (Pisa, na sigla em inglês), o Brasil ficou bem abaixo da média em vários quesitos educacionais, se comparado a outros países (OCDE, 2016). Além dos péssimos resultados obtidos internacionalmente, verificamos que, de acordo com os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb)[1] um aumento do número de estudantes que chegam ao ensino médio com graves dificuldades na compreensão de textos e sem conhecimento de pelo menos uma das quatro operações básicas da matemática.

Diante dessas constatações, é possível afirmar um provável desgaste dos métodos utilizados nas escolas, onde a principal forma de abordagem do conteúdo é o formato expositivo, onde os estudantes permanecem passivos enquanto o professor tem o papel de

1 Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/web/guest/educacao-basica/saeb/resultados>. Acesso em: 15 out. 2018.

palestrante, explicando o conteúdo de forma sistematizada e, em muitos casos, de forma repetitiva.

Paralelamente a essas constatações sobre a educação, percebemos que ao longo do século XXI as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) tornaram-se parte do nosso cotidiano, mudando a forma com que interagimos, com que nos relacionamos e também como realizamos atividades comuns, tais como pedir comida, chamar um táxi ou comparar preços de produtos. Entretanto, esse processo de assimilação natural das tecnologias nas atividades cotidianas não ocorre na mesma proporção dentro do ambiente escolar. Para Moran (2012, p.53), a escola "está atrasada na adoção de tecnologias, porque estas são vistas com desconfiança".

É fundamental perceber a rápida evolução em diversos setores da sociedade com a adoção das TDIC. Há aumento da produtividade na indústria, melhor monitoramento do gado na agropecuária e o aumento no nível de produção agrícola. Entretanto, percebemos que a escola possui aspectos semelhantes aos utilizados no início do século XX, não só na estrutura física, mas também nas competências exigidas dos estudantes. Há ainda uma predominância nos conceitos de memorização e repetição, em detrimento as estratégias de resolução de problemas, o estímulo à criatividade e a visão crítica sobre a sociedade.

> As baixas taxas de inovação na escola são, claro, fruto de múltiplas razões. Acreditamos que [...] um dos grandes obstáculos à inovação na escola está na preocupação excessiva com os métodos de ensino e a pouca ênfase concedida à criação de cenários de aprendizagem. A estruturação dos currículos como listas de conteúdos apenas, as práticas de ensino fortemente monológicas e centradas no professor, o desbalanceamento dos desafios apresentados aos alunos, a ausência de espaços para a ludicidade, a curiosidade e a colaboração, produzem um cenário menos que propício à emergência do novo. (Meira; Pinheiro, 2012, p.44)

É indiscutível que diante dessas evidências se faz necessário repensar o papel de políticas públicas, o papel do professor, as

características dessa geração diante dos processos de ensino e aprendizagem e os recursos tecnológicos necessários para alcançar o resultado esperado.

Vivemos em um mundo globalizado, onde costumes, leis e relações sociais foram alterados. Além desses aspectos, vivemos permanentemente conectados à internet por meio de *smartphones* e diversos dispositivos eletrônicos. Diante desse cenário, é preciso compreender que uma criança e um adolescente nascidos em meio à revolução tecnológica dos últimos anos terão perfis completamente diferentes daqueles de uma criança nascida em 1950.

Prado (2015) explora uma breve introdução às características presentes em cada geração ao longo do século XX, comparando o comportamento e a forma de pensar de cada geração, como podemos observar na Figura 7.1.

Figura 7.1 – A diferença entre as gerações.

A DIFERENÇA ENTRE GERAÇÕES

NASCIDOS ENTRE 1925 E 42: GERAÇÃO SILENCIOSA
Afetados pela dura realidade da guerra, que ameaçou a continuidade da sociedade como a conheciam, eles valorizam o dever, a honra, o trabalho duro e o respeito às regras, e tendem a usar uma forma de comunicação mais prática e formal.

NASCIDOS ENTRE 1943 E 60: BABY BOOMERS
Criados em uma era de segurança, prosperidade e conformismo, o que os leva a se rebelar contra aquilo que, para eles, é uma sociedade vazia e estéril. A sua personalidade e estilo de comunicação concentram-se fortemente no crescimento pessoal, realização e no politicamente correto.

NASCIDOS ENTRE 1961 E 81: GERAÇÃO X
Tendo passado por uma forte transformação dos valores sociais durante seus anos de formação, reagem contra excessos de idealismo se tornando céticos, pragmáticos, individualistas e pouco impressionados com autoridade. São adaptáveis, equilibrados e mais confortáveis com a comunicação informal.

NASCIDOS ENTRE 1982 E 2002: MILLENNIALS OU GERAÇÃO Y
Geração que em pouco tempo de vida presenciou os maiores avanços na tecnologia e na comunicação eletrônica, cresceu em meio a um clima político global inconstante e com grande exposição à cultura popular e à diversidade. Não respeita modelos tradicionais e tem dificuldade de concentração em uma tarefa só.

Fonte: VISTAS Online, American Counseling Association

Fonte: Prado (2015).

Diante dos dados apresentados, percebemos algumas características marcantes nessa geração Y, a qual hoje se encontra no ensino médio. Para Carlson (2005), os nascidos na chamada Geração Y ou também conhecida como Millennials são inteligentes e perspicazes, porém esperam sempre resultados imediatos, além de possuírem grande desenvoltura com a utilização de dispositivos eletrônicos e quanto mais portáteis, melhor.

Outra característica que se destaca é que como nasceram em meio a uma "enxurrada" de informações e em um ambiente com múltiplas plataformas, tendem a realizar diversas atividades ao mesmo tempo. Ainda de acordo com Carlson (2007) (apud Prado, 2015, p.4):

> Eles estão mais familiarizados com a diversidade do que com o tradicional (o que se explica em parte pelo amplo acesso à informação permitido pela tecnologia e pelo fato de crescerem em um contexto em que os modelos tradicionais estão ruindo – boa parte deles vem de uma família com pais divorciados, por exemplo). Isso influencia a maneira como veem os estudos e o trabalho, buscando frequentemente formas de misturá-los com o lazer e rejeitando modelos e rotinas engessados.

Essas características nos trazem uma série de reflexões e nos ajudam a ter uma compreensão de situações vividas em um ambiente escolar dessa nova geração. De acordo com Prensky (2010, p.203), compreendemos que: "Alunos do mundo inteiro resistem, com todas as suas forças, ao velho paradigma do professor que 'fala e expõe'. Enquanto os professores proferem suas palestras em sala de aula, esses alunos simplesmente baixam a cabeça, enviam mensagens de texto para seus amigos e, em geral, param de escutar".

Diante dessas constatações, Prensky (2010) verifica uma situação cada vez mais rotineira nas escolas de ensino fundamental e Médio. Porém, Carlson (2007) (apud Prado, 2015, p.5) alerta para como outras formas de aprendizagem vem ganhando espaço na vida desses jovens, pois: "Eles têm sido notados como mais aptos a

controlar o próprio aprendizado e escolher métodos tecnológicos e não convencionais para aprender melhor. O crescimento do ensino a distância, com o uso de vídeos em vez de aulas presenciais, é um ótimo exemplo dessa característica".

Moran (2012, p.129) também discorre sobre o aumento da busca desses jovens por diferentes formas de aprendizagem, pois sendo essa geração Y mais "conectada", essas "[...] crianças e os jovens já têm uma relação com a internet, redes, celulares e multimídia muito mais familiar do que os adultos. Eles já vivem o semipresencial em muitas outras situações", e acredita ainda que "a escola é que não os está acompanhando".

É interessante perceber que essa geração tende a explorar esse tipo de conteúdo em razão da infinidade de possibilidades que as TDIC trazem para o nosso cotidiano de forma rápida e com dispositivos cada vez menores e com maior capacidade de armazenamento de informações. Bonnato, Silva e Lisboa (2013, p.60) relatam que:

> [...] é interessante recordar que até pouco mais de dez anos atrás, para se ter acesso a uma música era necessário ligar o rádio, o toca-fitas, o toca-discos ou, mais recentemente, o CD *player*; para se ter acesso a imagens cinematográficas, era preciso ir ao cinema, ou acessar um aparelho de videocassete e, mais recentemente, o DVD *player*; para assistir um programa de televisão, era preciso acionar o aparelho de TV. Até uns 15 anos atrás, a apresentação não manuscrita de um texto implicava a utilização de máquinas de escrever e a multiplicação de textos implica a reprodução de fotocópias. Esses aparelhos que, isoladamente, garantiam o acesso aos diversos tipos de conteúdo, se considerados hoje, parecem mais limitações que possibilidades.

Ainda de acordo com os autores,

> O desenvolvimento das TIC, no contexto computacional, apresenta uma plasticidade ímpar, no que se refere ao modo de acessar e tratar sons, imagens, textos que são, fundamentalmente,

> informações. Essas não estão mais limitadas a um veículo de produção ou divulgação. Cada vez mais os equipamentos vão se sofisticando e, nesse movimento, vão se integrando e, ao mesmo tempo, apresentando possibilidades ilimitadas de interação. Esse é um fenômeno característico do desenvolvimento das TIC a que assistimos no início do século XXI. (ibidem)

Para Moran (2012), essa revolução que as comunicações audiovisuais síncronas[2] e assíncronas[3] trazem por meio da internet banda larga nos faz pensar que algumas soluções tecnológicas poderiam ser adotadas na educação presencial, uma vez que o professor poderia atender diversas turmas ao mesmo tempo, interagir, organizar diversas atividades a distância e atender a demanda de jovens dessa geração, conectando educação e tecnologia, oferecendo suporte a uma série de situações cotidianas. Carlson (2005, s. p.) afirma que sem esses recursos tecnológicos presentes no ambiente escolar, para um aluno que costuma "consumir informação através de uma larga variedade de fontes midiáticas, geralmente de forma simultânea, fica cada vez mais difícil prestar atenção por muito tempo a um professor falando para uma sala de aula cheia".

Mas será que as características apresentadas anteriormente condizem com os anseios dos jovens brasileiros? É importante verificar o perfil desse jovem para, então, vislumbrar uma possível estratégia de ensino para conseguirmos atingi-lo e prepará-lo para o mundo.

Para verificamos o perfil desse jovem em território nacional, utilizamos a pesquisa *Juventude Conectada* realizada pelo Instituto Telefônica (2014, p.43), que traz alguns dados de como essa geração se comporta diante das TDIC presentes em sua rotina diária, e a

---

2 Comunicação Síncrona, entendida como aquela que é realizada simultaneamente, em tempo real. Disponível em: <http://www.moodle.ufba.br/mod/resource/view.php?id=14531>. Acesso em: 25 jul. 2016.

3 Comunicação Assíncrona, disponibilizada pelos Fóruns, permite que se poste mensagens, as quais entrarão em contato com os outros cursistas na medida em que esses acessarem esse recurso. Disponível em: <http://www.moodle.ufba.br/mod/resource/view.php?id=14531>. Acesso em: 25 jul. 2016.

pesquisa afirma que "entre os jovens, 42% afirmam que o equipamento mais usado para acesso à internet é o celular". Ainda de acordo com a pesquisa, o celular tem papel importante na construção da identidade do jovem, pois

> Pesquisadores de diferentes países se debruçam sobre as análises do fenômeno da participação dos celulares na construção da identidade dos jovens, de ambos os sexos. Consuelo Yarto W., após extensa revisão da literatura internacional concluiu que quatro fatores predominam na construção da identidade dos usuários de telefones celulares:
>
> – O celular é um elemento que se integra à aparência visual;
>
> – O celular promove e possibilita desenvolver uma personalidade autônoma e independente;
>
> – O celular é um mediador do processo de construção do *self;*
>
> – O celular é um símbolo para a construção de identidades coletivas.

Analisando outro aspecto, a pesquisa traz dados referentes à ideia que esse jovem tem sobre o uso das TDIC na sala de aula. De acordo com Telefônica (2014, p.113),

> A relação dos jovens com a internet, em sua interface com a escola, é contraditória – especialmente no caso dos mais jovens. Se, por um lado, conforme já visto, é apontada como valiosa ferramenta de suporte e colaboração para a pesquisa de conteúdos curriculares e para o acesso e recuperação de material dado em aula pelo professor, por outro lado, é apontada como elemento de desconcentração e dispersão – especialmente por seu uso prioritário para o acesso às redes sociais.

Porém, a "adoção de práticas de compartilhamento de material didático em redes sociais, blogs, e-mails e outras ferramentas digitais por escolas e professores é vista como positiva pelos jovens internautas ao longo de toda a pesquisa" (ibidem, p.113).

A pesquisa traz ainda que "82% dos jovens pesquisados declararam já ter utilizado a ferramenta em casa para realizar atividades propostas em aula, e 77% deles declaram ter utilizado a internet em casa para fazer trabalhos por iniciativa própria" (ibidem, p.114).

Há, porém, uma expectativa equivocada de que o jovem, mesmo empoderado da tecnologia e utilizando-a como ferramenta educacional, tem exata dimensão do poder que essa ferramenta lhe proporciona. De acordo com Rodrigo Nejm, diretor de educação da SaferNet Brasil, um dos especialistas convidados para a pesquisa realizada por Telefônica (2014, p.116),

> A gente se engana ao supor que essas gerações entendem de tecnologia e têm habilidades técnicas para usá-las. Temos confundido capacidade técnica de uso com capacidade de crítica e curiosidade. Não temos apresentado esse potencial, esse leque mais diversificado de possibilidades que a internet oferece para essa garotada. Por isso, a escola está indo a reboque do uso cotidiano e do uso comercial da internet. Me parece que uma educação sobre o engajamento mais cidadão em relação à internet e à própria compreensão de seus potenciais e de sua dinâmica não tem sido pauta das discussões em família, e tampouco na escola. A capacidade técnica que essas novas gerações têm não é acompanhada por uma reflexão sobre a própria dimensão da internet. Precisamos ensinar a eles conceitos mais amplos de praça pública, de ética, de construção de tecnologia, do lugar que a tecnologia pode ocupar no desenvolvimento da própria cidade, por exemplo. Intensificar a importância da internet dando poder a todo cidadão, garantindo que toda pessoa tenha condição de criar os seus próprios conteúdos e de fato mudar muita coisa em seu entorno: esse potencial não parece estar sendo tão explorado.

Outro aspecto levantado por essa mesma pesquisa é a forma que o jovem acredita aprender melhor, pois:

> [...] a maioria dos jovens conectados ouvidos pelo estudo diz aprender mais com as aulas presenciais do que com aquelas ministradas

> on-line. De fato, observou-se que 47% deles afirmou concordar total ou quase totalmente com essa afirmação, ante 6% dos que afirmaram discordar totalmente ou quase totalmente com o mesmo enunciado. (ibidem, p.118)

Essa pesquisa nos mostra que esse atual perfil de aluno está imerso nas tecnologias digitais, mas que, no entanto, esse não consegue dimensionar as inúmeras ferramentas à sua disposição, além de não se ver aprendendo sem a presença de um professor. Tais informações nos trazem algumas indagações, de forma que nos dá um vislumbre para analisarmos o papel do professor diante dessa nova realidade escolar e também uma proposta para uma metodologia ativa de ensino, centrada no aluno e com adição de TDIC.

O avanço voraz dessas tecnologias de informação e comunicação traz inúmeros questionamentos, principalmente para professores que atuam na sala de aula e já têm um domínio do método tradicional, fundamentado na transmissão de conteúdos, mas ainda tem dúvidas de como atuar com essa nova geração e as ferramentas atuais.

Há ainda um temor de que, assim como em alguns setores da indústria e do campo, o professor pode ser substituído pelos recursos digitais. Entretanto, o professor é indispensável no processo de ensino e aprendizagem. De acordo com Sassaki (2016, s. p.),

> [...] de fato tem extinguido muitas profissões, especialmente em fábricas e no campo. Mas o trabalho de um professor vai muito além de corrigir trabalhos e dar notas. Uma máquina nunca substituirá a sensibilidade, criatividade, capacidade de inspirar e de se conectar com os alunos. Quando falamos de tecnologias educacionais, estamos pensando em ferramentas que auxiliarão o trabalho do professor, livrando-o de tarefas burocráticas, por exemplo, e permitindo a ele ter tempo e subsídios para compreender melhor seus alunos, planejar aulas mais eficazes e ajudar no desenvolvimento de competências sócio emocionais dos alunos.

Mas porque ainda existe tanta resistência na adoção das TDIC no ambiente escolar? De acordo com Silva e Claro (2007, p.84), "o docente sente-se inseguro ao ter que abandonar a posição milenar de dono de um suposto saber e lidar com a posição de coautor junto a seu aluno, e não mais de autor e guardião exclusivo dos conhecimentos".

Devemos ter a consciência de que, atualmente, em um piscar de olhos, o aluno pode realizar uma pesquisa em seu *smartphone* e receber, além da resposta, uma relação de sites que discorrem sobre o assunto. O professor deixou de ser uma "enciclopédia ambulante", pois, de acordo com Moran (2012, p.52), "um simples CD-ROM contém toda a Enciclopédia Britânica, que também pode ser acessada pela internet".

Ainda de acordo com Moran (2012), o aluno não precisa ir à escola para buscar informações, mas precisa interpretar, contextualizar e relacionar essas informações. Porém, a tecnologia sozinha não consegue fazer esse aluno percorrer esse caminho. O professor é fundamental para fazer esse estudante se questionar e relativizar essas informações e fontes de informações, para que dessa forma possa tirar conclusões. O intuito é que esses estudantes sejam seres críticos que interpretem o mundo ao seu redor e não apenas meros reprodutores de informações.

De acordo com Silva e Claro (2007, p.84), infelizmente "muito pouco se tem feito para qualificar o professor à altura da demanda comunicacional desencadeada pelas tecnologias digitais". Essa situação ocorre principalmente pela falta de formação do docente dentro de sua formação universitária, tanto quanto pela falta de políticas públicas que deem suporte ao docente na sua adequação as ferramentas atuais.

Cabe a professores, coordenadores e governantes buscar medidas para que esse descompasso entre ferramenta e metodologia se alinhe. Deparamos com a triste constatação na fala de Barbosa e Moura (2013, p.51), pois atualmente "encontramos escolas que estão no século XIX, com professores do século XX, formando alunos para o mundo do século XXI".

Prensky (2010) defende que a adoção de TDIC na sala de aula deve ser acompanhada de uma nova metodologia, completamente

diferente do modelo industrial de ensino. De acordo com o autor: "Cada professor e administrador encontra-se, atualmente, em algum ponto, em um contínuo entre os novos e os velhos paradigmas. Nossa tarefa hercúlea é a de deslocá-los, pelo mundo afora, em direção à nova pedagogia, com a maior rapidez possível" (Prensky, 2010, p.202).

Prosseguindo com as ideias de Prensky (2010), mudar o foco da aula é de suma relevância para atingirmos essa nova geração. É importante trabalhar com todos os atores envolvidos no processo educacional, para que os docentes parem de "palestrar" e transformem sua sala de aula em um ambiente de pesquisa e interação.

A mudança se faz necessária, uma vez que o professor, em um ambiente inundado por tecnologias digitais de informação e comunicação, não deve se prestar ao papel de competir com os recursos presentes na palma das mãos de seus alunos, e sim aliar esses recursos à rotina diária de um aluno de forma construtiva. Assim como já citado por Casali (2013, p.285), devemos entender que "[...] a imagem ícone da produção de informação e comunicação já não é mais a das salas dos copistas num monastério medieval e, sim, a do centro de processamento de dados do Google".

Ainda de acordo com Casali (2013), é importante perceber que, atualmente, a cena escolar não pode ser como antes, quando o docente ditava o conteúdo e os alunos apenas o copiavam, devendo ser um ambiente de troca de informações e conhecimentos, e as mídias digitais de informação e comunicação propiciam esse compartilhamento de forma ordenada.

De forma semelhante, Silva e Claro (2007, p.84) discorrem que o docente tem a possibilidade de otimizar o processo de ensino e aprendizagem através da utilização dos dispositivos móveis de comunicação. Essa atitude colabora com o desenvolvimento de outros modos de pensamento e com o crescimento da cibercultura, contemplando uma nova geração de estudantes.

Para Silva (2004 apud Silva; Claro, 2007), quando o docente supera o paradigma da transmissão, esse se torna um formulador de problemas, um provocador de situações e arquiteto do percurso,

favorecendo e estimulando o conhecimento. Essa é a postura que deve ser adotada pelo docente neste modelo metodológico.

Como já dito anteriormente, entretanto, é de fundamental importância preparar os professores para a utilização das novas TDIC na sala de aula e também como parte integrante de sua metodologia. Para Moran (2012, p.127), "uma coisa é o uso pessoal da tecnologia, para comunicar-se, e outra é o domínio pedagógico, que vem da familiaridade e da realização de inúmeras experiências e práticas, até os professores se sentirem confortáveis no seu uso".

Esse novo viés metodológico só será realmente significativo e bem implementado se professores, coordenadores e governantes falarem e pensarem de forma convergente sobre o assunto. Prensky (2010, p.204) define que "[...] se cada pessoa continuar a falar sobre o papel da tecnologia de forma diferente, isso vai levar muito mais tempo para acontecer".

Ainda de acordo com Prensky (2010, p. 204), é fundamental uma mobilização, uma força-tarefa entre todos os envolvidos em um processo educacional para que mudanças efetivas aconteçam. Dessa forma, argumenta que está:

> [...] falando de um esforço maior, do qual espero contar com outros pensadores da área da educação para compartilhar e padronizar uma linguagem pedagógica ao redor da tecnologia, de tal forma que todos consigamos trabalhar em direção às mesmas metas, e que todos possamos solicitar as mesmas coisas a nossos professores e alunos. Não estou dizendo que minhas palavras sejam necessariamente as corretas ou as melhores; mas, se tivermos que provocar as mudanças que pretendemos dentro de uma mesma linha de tempo, é absolutamente fundamental que todos falemos a mesma linguagem.

Ensinar uma geração que não consegue ficar focada em uma única fonte de informação, traz ao professor um desafio e tanto. Então, porque não valorizarmos uma metodologia que faça esse aluno efetivamente construir seu conhecimento, utilizando diversas fontes, e realizando uma série de atividades com perfis diferentes?

É nesse aspecto que as metodologias ativas de aprendizagem se baseiam. De acordo com Barbosa e Moura (2013, p.55) "Se nossa prática de ensino favorecer no aluno as atividades de *ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer* e *ensinar*, estamos no caminho da aprendizagem ativa". É importante salientar que "pesquisas da ciência cognitiva sugerem que os alunos devem fazer algo mais do que simplesmente ouvir, para ter uma aprendizagem efetiva (Meyers; Jones, 1993 apud Barbosa, Moura, 2013, p.55).

Se pararmos para pensar, as metodologias ativas de aprendizagem já estão presentes no nosso cotidiano. Para "aprender a dirigir um carro, não basta ler muito sobre esse tema; tem que experimentar, rodar com ele em diversas situações com supervisão, para depois poder assumir o comando do veículo sem riscos" (Moran, 2015, p.17).

Essa "mistura" de formas torna uma "aprendizagem híbrida", ou seja, uma aprendizagem que mistura diversas formas de ensino para que o estudante tenha uma compreensão plena do assunto, muitas vezes com uma vivência dele.

De acordo com Christensen, Horn e Staker (2013), um sistema híbrido nada mais é do que a combinação de uma nova tecnologia, que ainda não é popular ou não se sustenta sozinha com uma tecnologia mais antiga, já estabelecida entre os consumidores. Um exemplo desse modelo é muito utilizado na indústria automobilística, que desenvolveu uma série de carros híbridos modificando carros movidos somente a gasolina para carros com diversas fontes alternativas de energia.

No contexto educacional, o ensino híbrido é mais do que apenas utilizar tecnologias em sala de aula. Para se chegar a uma definição, mais de 150 educadores responsáveis por programas de ensino híbrido foram consultados. Assim, foi possível chegar a uma definição que se deu em três partes:

A primeira parte diz que o "ensino híbrido é qualquer programa educacional formal no qual um estudante aprende, pelo menos em parte, por meio de ensino on-line como alguns elementos de controle do estudante sobre o tempo, o lugar, o caminho e/ou o ritmo" (Horn; Staker, 2015, p.34).

A segunda parte da definição diz que "o estudante aprende, pelo menos em parte, em um local físico supervisionado longe de casa" (ibidem, p.35).

A terceira parte da definição conclui que "as modalidades, ao longo do caminho de aprendizagem de cada estudante em um curso ou matéria, estão conectados para fornecer uma experiência de aprendizagem integrada" (ibidem).

Dentro das propostas de ensino híbrido espalhadas pelo mundo, existe uma gama de modelos de personalização do ensino. A organização dos modelos feitas pela equipe de pesquisadores do Clayton Christensen Institute[4] coloca quatro modelos principais: Rotação, Flex, À La Carte, Virtual Enriquecido (Horn, Staker, 2015).

Na Figura 7.2, podemos verificar tanto os modelos híbridos quanto os disruptivos.

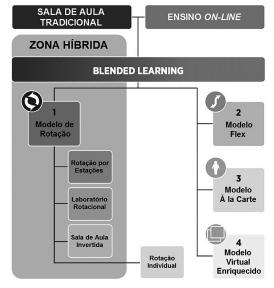



Figura 7.2 – As zonas híbridas no ensino híbrido.

Fonte: Christensen et al. (2013, p.29).

4 Clayton Christensen Institute é uma organização sem fins lucrativos, apartidária, dedicada a melhorar a educação mediante inovação disruptiva. Disponível em: <http://www.christenseninstitute.org/our-mission/>. Acesso em: 2 abr. 2016.

Neste capítulo, iremos explorar de forma mais aprofundada apenas os modelos rotacionais de "rotação por estações" e "laboratório rotacional", uma vez que essas foram as metodologias utilizadas para desenvolvimento dessa pesquisa.

Podemos definir que os modelos rotacionais incluem "qualquer curso ou matéria em que os estudantes alternam – em uma sequência fixa ou a critério do professor – entre modalidades de aprendizagem em que pelo menos uma seja *on-line*" (Horn; Staker, 2015, p.37).

Dessa forma, estudantes alternam dentro de uma sala ou entre salas, realizando projetos, atividades ou ensino conduzido pelo professor, em pequenos grupos. Assim, existe a possibilidade de que em uma ou mais dessas "estações de ensino", o aluno aprende de acordo com sua facilidade, seja ela visual, auditiva, sensorial etc.

Inserido nos modelos rotacionais, há o modelo de rotação por estações, que de acordo com Bacich et al. (2015, p.55): "Os estudantes são organizados em grupos, cada um dos quais realiza uma tarefa, de acordo com os objetivos do professor para a aula em questão. Podem ser realizadas atividades escritas, leituras, entre outras. Um dos grupos estará envolvido com propostas on-line que, de certa forma, independem do acompanhamento do professor".

É importante ressaltar que, nesse modelo, o estudante alterna entre trabalhos individuais e colaborativos, com uma diversidade de recursos que possibilitam a aprendizagem dos alunos em suas mais variadas formas. No modelo em estudo, outra característica importante é que em uma das estações, o aluno pode ter acompanhamento mais individualizado com o professor, uma vez que a sala fica dividida em pequenos grupos (ibidem).

Similar ao modelo de rotação por estações, o laboratório rotacional utiliza o laboratório de informática da instituição para realizar parte do ensino *online* e, dessa forma, liberar tempo para o professor realizar atividades com um pequeno grupo de alunos e liberar espaço dentro da sala de aula (Horn; Staker, 2015).

O modelo de laboratório rotacional é classificado como uma inovação sustentada, pois não retira a necessidade de uma aula tradicional em sala de aula (Bacich et al., 2015). Outro aspecto interessante

desse modelo é que durante o período no laboratório de informática, o aluno será acompanhado por um professor tutor, para que ele não fique desacompanhado e sem supervisão. Além disso, esse tutor poderá ajudá-lo, sempre que surgir alguma situação não prevista.

Metodologia

Esta pesquisa faz parte de uma dissertação apresentada ao Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física. Foi planejada no ano letivo 2015 e aplicada no ano letivo de 2016, no Colégio Super Ensino, instituição particular de ensino no município de Ourinhos (SP). A amostra envolveu 15 adolescentes, alunos regularmente matriculados no 1° e no 2° anos do ensino médio.

Para a aplicação dessa metodologia, foram desenvolvidos dois recursos didáticos multimídias: o site App Fenômenos Ondulatórios – MNPEF, que está disponível através do Código QR[5] apresentado na Figura 7.3 e o formulário intitulado "Exercícios Adaptativos".

Dessa forma, optamos pelo tema Ondulatória, com mais ênfase nos fenômenos ondulatórios, sendo eles: *Reflexão*, *Refração*, *Difração* e *Interferência*. Por sua dificuldade no momento de explicar os fenômenos luminosos, que exigem o auxílio de recursos visuais, bem como, fenômenos sonoros, que necessitam de recursos sonoros.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) para o ensino médio trazem diretrizes importantes para o ensino de Física, tais como: "Estudar esses mecanismos significa propiciar competências para compreender, interpretar e lidar de forma apropriada com aparatos tecnológicos como a televisão, os aparelhos de reprodução de CDs e DVDs, o computador, o cinema ou mesmo a fotografia" (Brasil, 2006b, p.74).

---

5 Código QR ou QR Code é um gráfico 2D que contém informações preestabelecidas que podem ser escaneadas pela maioria dos *smartphones* modernos, utilizando um App específico para realizar essa leitura. É importante ressaltar que é necessário acesso a internet para realizar a leitura das informações.

Figura 7.3 – App Fenômenos Ondulatórios – MNPEF.

Disponível em: <https://sites.google.com/a/superensino.com/appondulatoriamnpef>.

Dessa forma, verificamos que entender os conceitos de Ondulatória vai muito além de apenas compreender equações matemáticas e fórmulas preestabelecidas. O aluno precisa entender como esse fenômeno se relaciona com seu cotidiano, precisa compreender e interagir com o fenômeno. Durante uma aula, por exemplo, é difícil demonstrar fenômenos sonoros, tais como eco e reverberação, que dependem de recursos sonoros para serem produzidos.

Os recursos produzidos por essa pesquisa foram desenvolvidos por GSuite for Education, pacote de ferramentas de produtividade do Google desenvolvido para instituições de ensino.

O site App Fenômenos Ondulatórios – MNPEF foi desenvolvido ao longo do ano 2015, e concluído no início do ano 2016. No projeto inicial, que foi realizado em parceria com o Núcleo de Informática na Educação (Nieduc) da Faculdade de Tecnologia (Fatec), *campus* de Ourinhos, onde foram desenvolvidos o escopo do projeto e textos, além de realizar uma pesquisa e selecionar as principais imagens, vídeos, animações e simulações disponíveis na *web* para anexar ao projeto.

Os textos presentes no projeto foram idealizados e produzidos pelos autores deste capítulo, utilizando como referência obras aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015.

Para que o material fosse o mais identificado com a forma de transmissão de informação através das redes, foi utilizada as características propostas por Nilsen e Morkes[6] (apud Moran (2012, p.105),

6 "Como os usuários leem na web", revista eletrônica *Conecta*, 22.2.2003, disponível em: <http://www.revistaconecta.com/conectados/nielsen_como_usuarios.htm>.

que definem que para uma página *web* ser efetivamente lida e pesquisada, ela deve conter:

- Palavra-chave realçadas (links de hipertexto, letras e cores diferentes);
- Subtítulos pertinentes (e não "engraçadinhos");
- Listas indexadas;
- Uma informação por parágrafo (os usuários provavelmente pularão informações adicionais, caso não sejam atraídos pelas palavras iniciais de um parágrafo);
- Estilo de pirâmide invertida, que principia pela conclusão;
- Metade do número de palavras (ou menos) do que um texto convencional.

Ao longo do processo de investigação, pesquisa e elaboração dos textos presentes no produto educacional idealizado, uma das grandes preocupações foi tornar o texto compreensível, e não apenas um material com descrição sobre fenômenos físicos relacionados à Ondulatória, sendo assim, um possível estímulo à curiosidade do estudante.

Propôs-se que a discussão das temáticas fosse iniciada com um fenômeno ou tecnologia, pois essa seria uma forma de dialogar com o aluno e dar contexto ao assunto que deveria ser abordado. Em seu livro *Tema gerador*: concepção e prática, Sandra Mara Corazza (2003) esclarece que o esse conceito foi introduzido por Paulo Freire em seu Livro *Pedagogia do oprimido*, de 1974. Para Giroux (1986 apud Corazza, 2003, p.11), "Freire [...] acredita que o papel do alfabetizador é encontrar diálogo com as pessoas, a respeito de temas que tenham a ver com as situações concretas e experiências de vida que fundamentam suas vidas diárias".

Levando em conta esses conceitos abordados por Corazza (2003), os textos iniciam-se, então, desmistificando para o aluno os fenômenos propostos e explicando o princípio de funcionamento desses.

Outro aspecto importante na construção dos textos utilizados no projeto foi a utilização das definições presentes nos dicionários para embasar os fenômenos estudados. Dentro do ambiente escolar, é

comum o uso dos dicionários nas aulas de Português, mas, e se esses fossem utilizados no processo de aprendizado no ensino de Física? Esse recurso pode ser um poderoso instrumento para o professor estabelecer a conexão entre a percepção cotidiana e a definição científica de determinados fenômenos cotidianos.

> Os conhecimentos que o dicionário põe à nossa disposição são "de segunda mão", o que faz dele um gênero didático (e/ou de divulgação) por excelência. Numa definição de *átomo*, não vamos encontrar a definição dada por um físico, mas uma síntese, uma tradução de definições tecnicamente especializadas. Da mesma forma, nos conhecimentos culturalmente compartilhados, as explicações não são as que obteríamos perguntando a respeito a alguém na rua, mas uma versão mais formal e sistematizada. (Brasil, 2006a, p.23)

Assim, o uso de definições presentes nos dicionários demonstra, além das definições técnicas sobre um determinado item, percepções cotidianas sobre o assunto, trazendo a física e suas características para as experiências diárias vividas pelo estudante.

De tal modo, os temas selecionados foram: *Radar meteorológico*, instrumento que utiliza o fenômeno da reflexão luminosa em seu princípio de funcionamento; *Tsunami*, evento climático que causa ondas gigantes, e essas são consequências de uma refração; *Rede de comunicação sem fio (wireless)*, que permite explicar o fenômeno da difração; O princípio do *controle ativo de ruído*, que é descrito através do fenômeno da interferência de ondas.

Os temas foram escolhidos levando em conta algumas características importantes: quantidade de informação suficiente para descrição clara do tema; imagens, animações e vídeos que, além de serem atraentes, são claros e reforçam a compreensão, quando inseridos no texto; temas de relevância entre estudantes, de forma que, estimulassem a curiosidade do aluno.

As imagens, bem como as animações e os vídeos foram pesquisados na *web*, foram pesquisadas pelo *Google*, resultando em figuras de sites nacionais e internacionais. Em respeito aos artistas que

desenvolveram as artes utilizadas, foi inserido o *link* para o site, onde se encontra originalmente logo abaixo da arte.

As simulações inseridas no material foram extraídas do site PhET interative Simulation,[7] que foi fundado em 2002 pelo ganhador do Prêmio Nobel Carl Wieman, e esse desenvolve simulações interativas gratuitas de matemática e ciência. Boa parte das simulações foram idealizadas para funcionar em qualquer plataforma digital (tais como computadores, *smartphones* ou *tablets*), porém, as animações sobre os temas *difração* e *interferência* não podem ser visualizados em dispositivos móveis, pois foram desenvolvidos com uma linguagem de programação que não faz mais parte dos novos dispositivos (Linguagem Java).

Logo, a versão utilizada na coleta de dados da pesquisa e entregue junto deste projeto de pesquisa conta com cinco tópicos, sendo eles: "Material didático Interativo", "Play Aula", "Laboratório Virtual", "Tá na mão: Fórmulas" e "Créditos do Projeto".

Inicialmente foi apresentado um organograma do site e, em seguida, as subseções esclarecem e discutem os aspectos de cada tópico, bem como suas funcionalidades. A ideia é apresentar o produto educacional criado, suas implicações na sala de aula e como o site pode ser adequado em modelos de ensino híbrido.

Outra ferramenta desenvolvida para este projeto de pesquisa foram os exercícios adaptativos, desenvolvidos através da ferramenta Google Formulários.[8] O formulário foi configurado de forma que quando o estudante assinala uma resposta errada, ele é direcionado a uma área do questionário que contém uma videoaula, onde ele poderá compreender o tema e consequentemente encontrar a resposta. O aluno só avança para a próxima questão quando encontrar a resposta correta da questão proposta. A Figura 7.4 demonstra, por um fluxograma, a forma de funcionamento da ferramenta.

Para realização da coleta de dados, o modelo de ensino híbrido empregado nesta pesquisa foi composto por dois modelos propostos

7 Disponível em: <https://phet.colorado.edu/pt_BR/>.
8 Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>.

Figura 7.4 – Fluxograma de funcionamento dos exercícios adaptativos.

Fonte: Os autores.

por Horn e Staker (2015): mesclamos o modelo de Laboratório Rotacional com o modelo de Rotação por Estações.

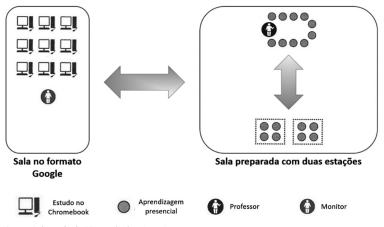
A mistura desses dois modelos foi definida de acordo com a estrutura física da instituição de ensino onde os dados seriam coletados. O colégio possuía um ambiente aconchegante, e essa sala utilizada possuía um "modelo Google", e essa sala era composta por um piso de grama sintética, almofadas, sistema de climatização ambiente, rede *Wi-Fi* e *Chromebooks*[9] para até 30 estudantes, como pode ser observado na Figura 7.5.

Figura 7.5 – Sala no modelo Google disponível para a pesquisa.

Fonte: Os autores.

9 *Chromebooks* são um novo tipo de computador projetado para ser mais rápido, simples e leve do que um *notebook* tradicional. Eles executam o Chrome OS, um sistema operacional que tem armazenamento na nuvem, traz integrados recursos Google e tem diversos níveis de segurança.

Unir essas duas propostas foi uma relação natural, uma vez que imaginamos que a sala Google deveria estar presente na metodologia e sabendo que não era possível montar todas as estações nessa sala. Dessa forma, o *layout* dessa metodologia pode ser observado na Figura 7.6.

Figura 7.6 – Disposição das salas na metodologia proposta.

Fonte: Adaptada de Horn e Staker (2015).

Como podemos observar na Figura 7.6, no ambiente com *Chromebooks* havia um monitor que ficava responsável por dar suporte técnico aos estudantes, para evitar qualquer atitude que danificasse os dispositivos e, também, para auxiliá-los quando fosse necessário. É importante frisar que esse foi um momento pensado para um estudo individual, onde cada um deles iria escolher qual parte do site acessar, uma vez que cada um desses estudantes tinha características únicas e sua forma de aprendizagem era valorizada nessa metodologia.

Na sala de aula com duas estações, o professor da disciplina permanecia com dois grupos de estudantes, e um grupo estava na estação com exercícios adaptativos e o outro grupo na estação com o professor.

O grupo que se encontrava na estação de exercícios adaptativos iria realizar uma série de oito exercícios por meio de um Questionário

Google. Nessa estação a discussão entre os pares devia ser estimulada, respondendo cada item e, se mesmo assim houvesse erro na resposta, o questionário direciona o estudante a uma videoaula sobre o assunto ou à página do site App Fenômenos Ondulatórios – MNPEF onde ele poderia encontrar um material complementar que poderia embasar sua resposta e esclarecer suas dúvidas.

Na estação onde o estudante tinha contato presencial com o professor da disciplina, o docente devia atuar como mediador do conhecimento, fugindo do estigma de aulas tradicionais, com resumos e explicações detalhadas sobre cada tema. Nessa estação, a proposta era que o docente despertasse a atenção do estudante para o tema abordado, levantando os principais aspectos a serem pesquisados, além de sanar as dúvidas dos estudantes que eventualmente já passaram por outras estações antes do encontro presencial com o professor.

Ao longo de quatro encontros, os grupos adotavam uma rotina distinta. Essa variação foi necessária para que o pesquisador avaliasse, além da percepção dos alunos quanto ao tema, como seria a interação do aluno iniciando e terminando a metodologia em estações diferentes.

Após os alunos realizarem as atividades propostas em cada uma das estações, a turma se reunia na Sala Google e caso algum dos estudantes ainda tivesse alguma dúvida, essas seriam sanadas pelo professor ou ainda pelos colegas presentes.

Como conclusão de cada encontro, foi aplicado um questionário que abordava os temas explorados em cada temática, avaliando a compreensão do aluno ao final da metodologia e informações relevantes sobre as estações de aprendizagem.

Outra forma de compreender a relação do aluno com a metodologia foi utilizar um "diário de bordo". Após o término da atividade, o aluno teria um tempo para elaborar um texto individualmente, de forma que esse expressasse sua relação com a metodologia, citando aspectos interessantes, problemas encontrados, elogios, críticas e, que também, pudesse explorar o tema de forma sucinta e objetiva.

Para analisar os dados obtidos por esse projeto de pesquisa, foram realizadas duas análises:

Questionários teóricos

Os questionários utilizados nesta pesquisa tiveram como intuito analisar como os alunos assimilaram o conteúdo abordado no encontro, porém, sem a ideia de compará-los, por exemplo, a um grupo de referência. Em cada um dos questionários utilizados nos encontros, os estudantes encontravam três perguntas relacionadas ao tema proposto na aula, de forma que pudéssemos verificar como os estudantes assimilaram o conteúdo dentro da proposta metodológica. As questões propostas nesse questionário teórico foram confeccionadas pensando em averiguar a compreensão de conceitos teóricos pelos alunos voluntários e, dessa forma, a pesquisa se baseou nas ideias de Mazur (2015, p.10), em que "os objetivos básicos [...] são: explorar a interação entre os estudantes durante uma aula expositiva e focar a atenção dos estudantes nos conceitos que servem de fundamento". Ainda de acordo com o autor Mazur (2015, p.28):

> Embora não haja regras para a aplicação imediata dos testes conceituais, eles devem no mínimo satisfazer a alguns critérios básicos. Especificamente, eles
>
> Devem focar um único conceito,
> Não deve depender de equações para serem resolvidos,
> Devem conter respostas adequadas de múltipla escolha,
> Devem estar redigidos de forma não ambígua e
> Não devem ser fáceis demais, nem difíceis demais.

Usando os conceitos de Mazur (2015) como referência, foram desenvolvidos questionários sobre os temas abordados, tendo na Figura 7.7 um exemplo desses.

Figura 7.7 – Exemplo de questão abordada no questionário Google.

QUESTIONÁRIO - AULA 04: INTERFERÊNCIA DE ONDAS

Este questionário é parte integrante o projeto de pesquisa "DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO DIDÁTICO SOBRE FENÔMENOS ONDULATÓRIOS: EXPLORANDO AS METODOLOGIAS HÍBRIDAS NO ENSINO DE FÍSICA" do Mestrando Rodolfo Henrique de Mello Caversan com orientação do Prof. Dr. Moacir Perreira de Souza Filho.
Os dados coletados servirão como material para pesquisa que procura entender como se dá o aprendizado acerca dos Fenômenos Ondulatórios utilizando recursos tecnológicos. Os registros serão feitos preservando-se as identidades dos sujeitos.
As informações provenientes da análise desses dados poderão ser utilizadas pelos pesquisadores em publicações, eventos científicos e texto da dissertação e, divulgadas a todos aqueles que se interessam pela pesquisa na forma acima indicada.

Seu nome de usuário (**rodolfovaldivia@superensino.com**) será registrado quando você enviar este formulário. Você não é **rodolfovaldivia**? Sair
*Obrigatório

O fenômeno da interferência pode ocorrer nas ondas: *
A resposta pode conter mais de um item correto, dessa forma, selecione os campos que você julgar corretos.

- [x] Unidimensionais
- [ ] Bidimensionais
- [ ] Transversais
- [ ] Longitudinais
- [ ] Sonoras
- [ ] Eletromagnéticas (Luz)

Sobre a pergunta acima, qual (is) parte (s) da metodologia mais te ajudaram a chegar a essa conclusão? *
A resposta pode conter mais de uma alternativa, dessa forma, selecione os campos que você julgar corretos.

- [ ] Sala Google - Estação A (Material didático Multimídia: Site App Fenômenos Ondulatórios - Individual);
- [ ] Sala Google - Estação A (Play Aulas: Site App Fenômenos Ondulatórios - MNPEF - Individual);
- [ ] Sala de Aula - Estação B (Orientações com o professor da disciplina - Em Grupo);
- [ ] Sala de Aula - Estação C (Exercícios Adaptativos - Individual);
- [ ] Sala de Aula - Após as estações (Produção Textual - Diário de Campo - Em Grupo).

Continuar »

33% concluído

Powered by
Google Forms

Este formulário foi criado em Colégio Super Ensino.
Denunciar abuso - Termos de Serviço - Termos Adicionais

Fonte: Os autores.

Diário de bordo dos estudantes

O diário de bordo foi concebido para que os estudantes relatassem, após os encontros realizados, suas impressões, sugestões, críticas e comentários que julgassem pertinentes para o desenvolvimento do projeto, sendo um exemplo desse diário de bordo a Figura 7.8.

Figura 7.8 – Modelo de diário de bordo.

Fonte: Os autores.

Como forma de organização e análise dos resultados obtidos nesses diários, utilizamos como referência Souza Filho, Araya e Fioratto (2015). Dessa forma, os relatos presentes nos diários de bordo foram analisados e categorizados em cinco grupos, sendo eles:

A – *Sobre o tempo*: Ao longo dos diários de bordo, todas as falas dos alunos relacionadas ao tempo foram organizadas e catalogadas, de forma a trazer a pesquisa um vislumbre de como a metodologia e a relação com o tempo estavam interligados;

B – *Sobre a aprendizagem*: As falas presentes no diário de bordo que se referem à aprendizagem dentro da metodologia proposta, comparada a metodologia tradicional de ensino ou ainda as relações com o conhecimento estabelecido foram organizadas nesse grupo;

C – *Sobre o Dinamismo*: compreende falas que trazem a dinâmica da metodologia ou como ela se apresenta para este estudante, uma vez que a mudança da dinâmica da sala de aula foi um tema recorrente nos diários de bordo analisados;

D – *Sobre o conteúdo multimídia*: Agrupamos todas as falas presentes nos diários de bordo que citavam os recursos

multimidiáticos presentes no produto educacional ou na metodologia neste grupo, de forma a verificar o quão relevante essas ferramentas se tornaram dentro do projeto;

E – *Sobre as Estações de Aprendizagem*: Os apontamentos que indicavam as estações de aprendizagem foram reunidos, uma vez que, após uma sequência de aulas, as preferências começavam a surgir e cada aluno começava esboçar qual seria, para sua forma de aprendizagem, o melhor caminho a seguir para conseguir otimizar sua aprendizagem.

Resultados e discussão

Analisando os dados obtidos nos questionários teóricos, notamos que ao longo dos quatro encontros, tivemos um desempenho excelente no primeiro e no segundo encontros, contando com 58% e 71% de questões *Corretas*, respectivamente.

Tivemos, porém, uma queda significativa nesse quesito no terceiro e no quarto encontros, contando com 39% e 8% de questões *Corretas*, respectivamente. A complexidade dos temas difração e interferência possivelmente afetou os resultados, visto que esses eram de pouca familiaridade com o cotidiano do estudante. Como exemplo, na temática interferência, o fato de existir a possibilidade de dois sons de fases opostas se encontrarem e causarem uma diminuição na intensidade sonora. A singularidade desse tema gerou reações de espanto e questionamentos. Já em relação ao tema difração, o experimento de dupla fenda de Young, que aborda a característica da dualidade onda-partícula, foi o qual gerou desconforto aos estudantes, pois muitos ficaram descrentes quando viram que a luz podia "contornar" um objeto.

Os diários de bordo elaborados pelos estudantes ao final de cada encontro nos trouxeram dados relevantes quanto às impressões obtidas ao longo desse processo. Em relação ao critério tempo, notou-se uma colocação majoritariamente positiva. Isso se deve à percepção de fluidez do tempo, pois os alunos o julgam passar mais

rápido, quando é sabido que o período foi igual ou maior do que uma aula tradicional. Diante dessa percepção dos alunos, também é importante citarmos o fato de a proposta ser diferenciada tornar-se um atrativo, pois fez que os participantes desde o início já contassem com uma predisposição positiva quanto ao método. Portanto, em relação a esse aspecto vislumbramos uma característica positiva em relação à sua aplicabilidade.

Quanto à aprendizagem, os relatos trouxeram muitas referências à eficiência da metodologia apontando aspectos como rotina e multiplicidade de informações como relevantes para a aprendizagem. Houve uma identificação com a metodologia, com um aparente sentimento de satisfação diante de sua eficiência a partir da maior apropriação das rotinas estabelecidas ao longo de cada encontro.

O dinamismo foi inicialmente enfatizado por ser uma das grandes características do produto desenvolvido para esta pesquisa. Deveu-se principalmente ao fato de esse projeto ser uma proposta inovadora, que vem ao encontro das expectativas dos estudantes quando se fala em educação. Vivendo em um mundo tecnológico e diversificado, nada faz mais sentido que uma sala de aula "conectada" e uma variedade de caminhos para a aquisição de informações que irão se tornar conhecimento.

O conteúdo multimídia foi um dos pontos mais citados pelos estudantes, visto que foi a introdução dentro do ambiente educacional dos recursos audiovisuais, que se mostraram de grande valia para a consolidação e aplicabilidade das teorias estudados. Os conceitos saíram do campo da abstração e se tornaram reais, podendo ser manipulados nas simulações, visualizados nas animações e integrados nos vídeos e áudios disponíveis.

Por fim, as rotinas dentro das estações de aprendizagem, não tiveram inicialmente muito espaço dentro dos relatos dos estudantes, não sendo sequer mencionadas no primeiro encontro. Podemos atribuir tal característica ao fato de que ainda não haver ocorrido as identificações pessoais com as estações. Nota-se que a partir do segundo encontro, os discursos relacionados às rotinas surgiram de forma progressiva, à medida que os encontros aconteciam.

Tornaram-se evidentes as identificações pessoais, tanto para os aspectos positivos quanto negativos. Por exemplo, a *Estação C* – Exercícios Adaptativos causou diversos questionamentos. Quanto aos aspectos positivos, podemos citar as preferências individuais quanto a "melhor" rotina. Os estudantes foram capazes de identificar recursos e estratégias mais significativas para seu desempenho. Tal informação se tornou relevante pois a aplicação do projeto conseguiu levar os estudantes a um processo de autoconhecimento, adquirindo uma postura mais ativa, mudando seu posicionamento diante da aquisição do conhecimento. Isso é significativo não só quando pensamos no ambiente de sala de aula, pois se conseguirmos implementar tal postura para a vida social e profissional desse jovem, teremos indivíduos mais engajados, produtivos e colaborativos.

Ao início da pesquisa, o intuito foi desenvolver um material didático adequado às tecnologias atuais de informação e comunicação. À medida que o projeto foi tomando forma, outras indagações começaram a surgir, tais como: a utilização desse material em um ambiente escolar; a interação do aluno com o material; a inserção da tecnologia em uma sala de aula tradicional com um grande número de alunos presentes.

Durante o período que essa pesquisa foi desenvolvida e aplicada, questionávamos se o produto traria contribuições significativas para o ensino de Física, principalmente dos fenômenos ondulatórios, uma vez que apresentava um produto alinhado com as ferramentas tecnológicas disponíveis. Desse modo, tentamos dialogar com Brasil (2006b), abordando equipamentos tecnológicos e fenômenos geológicos e sua interlocução com os fenômenos ondulatórios. E ainda, com base nas considerações de Lima Filho e Waechter (2013), pautamos a confecção do material proposto, uma vez que "desde a invenção da imprensa por Gutemberg em 1440, o livro vem utilizando o mesmo suporte tecnológico (o papel) e, ao longo dos séculos, pouco evoluiu".

Julgamos que o material proposto trouxe uma contribuição significativa no aprendizado da temática abordada. Tendo em vista que ao longo do processo os estudantes desenvolveram uma afinidade

com o produto, utilizando-o de forma natural e significativa, conseguindo ressaltar os aspectos positivos em cada diferente proposta. O site App Fenômenos Ondulatórios – MNPEF proporcionou um conjunto de informações e correlações que apenas puderam ser encontradas após extensa pesquisa.

A construção de um material amplo e diversificado fez com que esse pudesse atuar como uma base de dados, que poderia ser utilizado de diferentes maneiras dentro contexto de sala de aula, independente da metodologia utilizada. Esse fator tornou tal produto de grande valia para o ensino de Física.

Frequentemente observamos professores saturados, tanto pela carga horária de trabalho quanto pelas atribuições escolares. Por essa razão, esses profissionais em diversas situações não possuem tempo ou disponibilidade para a preparação de uma aula dessa abrangência. Propor um material de pesquisa, embasado em teorias validadas, pode auxiliar o processo.

Os resultados encontrados nessa pesquisa vão ao encontro das discussões realizadas ao longo do texto, que defende que as TDIC podem ser entendidas como recurso de potencialização do processo de ensino e aprendizagem, quando utilizadas da maneira adequada.

O diferencial encontrado no site proposto está no fato de ele conter um material teórico descritivo, animações, videoaulas, simuladores e hiperlinks para outros sites de referência, compondo assim uma enciclopédia virtual referente ao tema.

Um dos recursos utilizados foram os exercícios adaptativos criados para esta pesquisa por meio da ferramenta Google Formulários, que apresentaram grande relevância para o processo de ensino e aprendizagem. Essa ferramenta, proposta como atividade de uma das estações, foi fundamental no processo, uma vez que trouxe para o estudante o erro, existente em qualquer situação vivenciada, porém pouco valorizado no ambiente escolar.

A ideia de trazer um ambiente desafiador para a aprendizagem torna o processo mais lúdico e interessante, ampliando a disposição do estudante para a proposta. Esse recurso é indispensável diante da necessidade de um espaço auto avaliativo que de fato coloque à prova

a existência de lacunas no que diz respeito à integral compreensão da teoria abordada.

Uma outra vertente de uma possível análise, seria o desenvolvimento de instrumentos que visem à verificação de como o estudante se porta nessa estação proposta. Um exemplo seria quanto tempo cada estudante levou na resolução de cada item proposto e quantas tentativas foram necessárias para solucionar a questão.

A utilização de uma metodologia híbrida foi um divisor de águas, uma vez que por se tratar de uma metodologia inovadora, conseguiu inserir de fato o estudante no processo de aprendizagem, tirando-o do estado de passividade e atribuindo-lhe um papel fundamental na construção do seu próprio conhecimento. Verificamos que é possível uma aprendizagem ativa, como proposto por Barbosa e Moura (2013, p.55) ao conduzir esse aluno a "ouvir, ver, perguntar, discutir, fazer e ensinar".

Combinando dois modelos (Rotação por Estações e Laboratório Rotacional) propostos por Horn e Staker (2015), foi possível alternar entre trabalhos individuais e colaborativos, auxiliando na manutenção da atenção, da interlocução e das múltiplas habilidades presentes na geração Y, como proposto por Carlson (apud Prado, 2015).

A complementaridade entre cada estação de aprendizagem revelou que é possível que o ensino de Física não se configure apenas pelo monólogo do professor e o conhecimento centrado nesse. A simultaneidade do consumo de informações por meio de uma variedade de fontes midiáticas, conforme apontando por Carlson (2005) reforça que pode existir um distanciamento do modelo passivo presente nos estudantes no modelo tradicional de ensino.

Diante dessa complementaridade, pode-se inferir que todas as estações apresentaram validade para o processo de ensino-aprendizagem. Quando articulamos de forma a reunir os estudantes em um ambiente supervisionado, de caráter educativo, realizando também parte do estudo *online* e com diferentes, porém coesas modalidades, proporcionamos uma experiência de aprendizagem integrada, como proposto por Horn e Staker (2015).

Ao se colocar diferentes sujeitos, que apresentam diferentes personalidades em uma mesma atividade oferecemos a eles uma possibilidade, de acordo com sua individualidade e fazendo uso de suas habilidades, de construir o próprio caminho para aprender. Por esse motivo, independentemente da rotina realizada por cada grupo, constata-se que o processo de aprendizagem foi efetivo. O fato de existir preferências individuais não caracteriza que uma estação foi mais ou menos efetiva que a outra, apenas reforça a tese das inteligências de Gardner, descritas por Christensen, Horn e Staker (2013), na qual cada estudante tem uma combinação de inteligências mais aguçadas; consequentemente, cada um aprende à sua maneira.

Unindo o site desenvolvido com elementos multimidiáticos e a metodologia híbrida, notamos o quanto esse conjunto pode ser significativo para o avanço do ensino de Física no ambiente escolar. A ciência em muitos momentos apresenta situações que exigem uma capacidade de abstração que boa parte dos estudantes ainda não desenvolveu. Além de tornar uma teoria que por muitos não é valorizada ou compreendida em um conteúdo mais lúdico e útil, traz uma compreensão de equipamentos utilizados no dia a dia, conscientizando sobre o papel dessas tecnologias em nossa sociedade.

Apesar de inicialmente a proposta com a utilização de tecnologia gerar um fascínio nos estudantes, o papel do professor foi valorizado e reconhecido. No entanto, o docente precisa superar o paradigma da transmissão de conhecimento e se tornar um mediador, um formulador de problemas que suscitem a curiosidade para o aprender, como aponta Silva (apud Silva; Claro (2007).

O professor é fundamental no processo de construção dos estudantes como seres críticos, que questionam, discutem e correlacionam as informações ao seu redor, abandonando a postura de reprodutores.

A constante menção quanto à necessidade do professor não foi compreendida como uma reprodução do modelo instituído nas escolas atualmente, mas sim como esse exercendo o papel de interlocutor, atuando nessa proposta de forma complementar ao todo.

Uma nova visão dos alunos viabiliza a construção de uma inovadora identidade do professor.

É de suma importância que o educador mantenha sua essência, independente do formato metodológico utilizado, e saiba compreender que a tecnologia vem para facilitar o ensino e a realização de tarefas burocráticas, podendo dessa forma focar-se na real necessidade de seus alunos. O papel do professor consiste em compreender seus alunos e ajudá-los também no desenvolvimento de competências socioemocionais, fazendo uso de sua sensibilidade e criatividade, como já descrito por Sassaki (2016).

Considerações finais

A preparação, o domínio das tecnologias de informação e comunicação e o desenvolvimento de um olhar que transforme tecnologia em materiais potencialmente pedagógicos não refletem o modelo atual de ensino. Dessa forma, são necessárias medidas que desenvolvam a capacitação contínua e prática docente utilizando tecnologias. A valorização do docente pelos estudantes ficou evidente nessa pesquisa. No entanto, muito ainda precisa avançar para que instituições, gestores e governantes deem a devida valorização e possibilidade de preparação para que a proposta seja viável a aplicação em ampla escala. Ou seja, o modelo de ensino híbrido é moderno e eficiente; no entanto, se faz necessária uma mudança na cultura educacional instituída neste país, que impõe condições de trabalho que limitam o papel do docente e sua forma de atuação.

É importante ressaltar que dentro dessa pesquisa existiu uma grande utilização de recursos tecnológicos para seu desenvolvimento. Porém, o ensino híbrido em si só pode ser aplicado mesmo sem a presença de tecnologias, adaptando os materiais propostos para a realidade de cada ambiente escolar. Compreendemos que a transição entre modelos de ensino ocorre de forma lenta, muitas vezes limitada por falta de investimentos, tanto em estrutura quanto em capacitação, mas isso não significa que o professor não possa

diariamente acrescentar pontualmente tópicos que utilizem metodologias híbridas.

A realização dessa pesquisa pode suscitar inúmeros outros questionamentos, como diferentes propostas de modelos híbridos, aspectos sobre a motivação dos alunos dentro de tais modelos e propostas de novas estações de aprendizagem. Outra possível vertente de estudo utilizando a metodologia híbrida seria adoção de temas geradores que suscitem a discussão de um conjunto de disciplinas simultaneamente, abordando diversos aspectos sobre esse mesmo tema de forma integrada.

Por fim, o importante é termos em mente que a educação não é estática, está constantemente em processo de análise e construção. Diante disso, cabe aos educadores trazerem suas contribuições e reflexões buscando sempre o aperfeiçoamento em sua prática.

Referências

BACICH, L. et al. (Org.) *Ensino Híbrido*: personalização e tecnologia na educação. Porto Alegre: Penso, 2015. 270p.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. de. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. *Boletim Técnico do Senac,* Rio de Janeiro, v.39, n.2, p.49-67, 15 out. 2013. Quadrimestral. Disponível em: <http://www.senac.br/media/42471/os_boletim_web_4.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2015.

BONATTO, F. R. de O.; SILVA, A. F. da; LISBOA, P. Tecnologias nas atividades Escolares: Perspectivas e Desafios. In: VALLE, L. E. L. R. do; MATTOS, M. J. V. M. de; COSTA, J. W. da (Org.) *Educação Digital*: A tecnologia a favor da inclusão. Porto Alegre: Penso, 2013. p.58-74.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. *Dicionários em sala de aula*. Brasília: Ministério da Educação, 2006a. 155p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Avalmat/polleidicio.pdf.. Acesso em: 1º ago. 2016a.

________. Ministério da Educação. *PCN+ Ensino Médio* – Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, 2006b. p.70.

CARLSON, S. The Net Generation Goes to College. 2005. Disponível em: <http://chronicle.com/article/The-Net-Generation-Goes-to/12307>. Acesso em: 21 jul. 2019.

_______. The Net Generation in the Classroom. *The Chronicle of Higher Education*, agosto de 2007. Disponível em: <http://chronicle.com/free/v52/i07/07a03401.htm>.

CASALI, A. Ética e Tecnologias no Currículo: Fundamentos para Políticas e Práticas. In: VALLE, L. E. L. R. do; MATTOS, M. J. V. M. de; COSTA, J. W. da. (Org.) *Educação Digital*: A tecnologia a Favor da Educação. Porto Alegre: Penso, 2013. p.279-96.

CHRISTENSEN, C. M.; HORN, M. B.; STAKER, H. *Ensino Híbrido*: uma Inovação Disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. 2013. E-Book. Disponível em: <http://porvir.org/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2020.

CORAZZA, S. M. *Tema gerador*: Concepção e práticas. 3.ed. Ijuí: Unijuí, 2003. 60p. Col. Educação.

GIROUX, H. *Teoria crítica e resistência em educação*. Petrópolis: Vozes, 1986.

HORN, M. B.; STAKER, H. *Blended*: usando a inovação disruptiva para aprimorar a educação. Trad. Maria Cristina Gularte Monteiro; revisão técnica Adolfo Tanzi Neto, Lilian Bacich. Porto Alegre: Penso, 2015.

LIMA FILHO, M. A. de; WAECHTER, H. da N. As Tecnologias educacionais atuais e o *tablet*: inovação ou mais do mesmo? *Dapesquisa – Revista do Centro de Artes da UDESC*, Florianópolis, v.10, n.10, p.224-239, dez. 2013. Disponível em: <http://www.revistas.udesc.br/index.php/dapesquisa/article/view/8060>. Acesso em: 3 set. 2015.

MAZUR, E. *Peer Instruction*: a revolução da aprendizagem ativa. Trad. Anatólio Laschuk.Porto Alegre: Penso, 2015. 252p.

MEIRA, L.; PINHEIRO, M. Inovação na Escola. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE JOGOS E ENTRETENIMENTO DIGITAL, 11, 2012, Brasília. *Anais*... Brasília: SBG, 2012. p. 42-47. Disponível em: <http://www.sbgames.org/sbgames2012/proceedings/pt/index.html>. Acesso em: 9 nov. 2018.

MEYERS, C.; JONES, T. B. *Promoting active learning*. San Francisco: Jossey Bass, 1993.

MORAN, J. M. *A educação que desejamos*: Novos desafios e como chegar lá. 5.ed. Campinas: Papirus, 2012.

_______. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A. de; MORALES, O. E. T. (Org.) *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania*: aproximações jovens. Ponta Grossa: Uepg/Proex, 2015. p.15-33.

(Mídias Contemporâneas, v.2). Disponível em: <http://uepg.br/proex/Home/ebook.html>. Acesso em: 22 jul. 2019.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Brasil no PISA 2015*: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros. São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

PRADO, A. *Entendendo o aluno do século 21*: E como ensinar a essa nova geração. 2015. E-Book publicado por Geekie. Disponível em: <http://materiais.geekie.com.br/entendendo-o-aluno-do-sec-xxi>. Acesso em: 9 jul. 2020.

PRENSKY, M. O papel da tecnologia no ensino e na sala de aula. *Conjectura*, Caxias do Sul, p.201-4, jul. 2010.

SASSAKI, C. *Quatro mitos sobre tecnologia e Educação que devem acabar em 2016*. 2016. Disponível em: <http://novaescola.org.br/blogs/tecnologia-educacao/2016/01/12/quatro-mitos-sobre-tecnologia-e-educacao-que-devem-acabar-em-2016/>. Acesso em: 9 jul. 2016.

SILVA, M. Indicadores de interatividade para o professor presencial e on-line. *Diálogo Educacional*: Revista do Programa de Pós-Graduação da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, v. 4, n.12, p.93-109, 2004.

SILVA, M.; CLARO, T. A Docência Online e a Pedagogia da Transmissão. *Boletim Técnico do Senac*, Rio de Janeiro, v.33, n.2, p.81-89, maio 2007. Disponível em: <http://www.senac.br/BTS/332/artigo-7.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2016.

SOUZA FILHO, M. P.; ARAYA, A. M. O; FIORATTO, P. *Exposicón de Paneles sobre la Vida y Obra de Albert Einstein (1879-1955)*. Atenas, v.2, p.39-51, 2015.

TELEFÔNICA, Fundação. *Juventude Conectada*. 2014. ISBN 978-85-60195-35-0. Disponível em: <http://fundacaotelefonica.org.br/wp-content/uploads/pdfs/juventude_conectada-online.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2016

8
O ENSINO DE CINEMÁTICA UTILIZANDO ENSINO HÍBRIDO: O MODELO DE ROTAÇÃO POR ESTAÇÕES

Newton Flávio Corrêa Molina
Ana Maria Osorio Araya

Introdução

A Física é uma disciplina de muitas faces, em que medição, experimentação, conceitos, aplicações de uso diário são algumas delas. Então, como seria possível decidir qual ferramenta e abordagem traria o maior aumento no conhecimento do aluno? Eles são todos iguais e aprendem da mesma maneira? (Seno; Belhot, 2009; Araújo; Abib, 2003).

Isso nos leva a refletir que o ensino não se limita a fornecer informações. Deve refletir sobre o processo, o conteúdo e a interação entre o conteúdo e o aluno. Portanto, diferentes atividades devem proporcionar ao aluno um aprendizado diferente: experimental (relacionado à vida cotidiana), ativo (construtivista) e interativo (interação entre pares). Molina (2015) aponta que tais práticas não substituem, mas complementam, o modelo de aula tradicional.

Molina (2015) também argumenta que atividades lúdicas, dinâmicas de grupo e pesquisas individuais aumentam a motivação e participação dos alunos, desenvolvem o interesse e colaboração, nisso há um maior ganho cognitivo e a aprendizagem é contínua. As atividades lúdicas e experimentais objetivam não só o aumento do conhecimento, mas também os motiva a estudar e se envolver com

os conteúdos da Física. De acordo com Bolliger et al. (2010), a falta de motivação é um fator-chave na manutenção do estudante focado em uma aula ou atividade educacional, por isso é importante a argumentação de Molina (2015).

As atividades devem seguir o modelo ARCS, modelo proposto por John Keller (refere-se à motivação como decisões que o ser humano faz sobre as informações negadas ou aceitas no decorrer da vida), cuja sigla identifica as dimensões de motivação para a aprendizagem: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação, em que a Atenção é o pré-requisito para a aprendizagem, traduz em curiosidade para o estudante; a Relevância do conteúdo para que o aluno acredite que uma determinada atividade está relacionada ao objeto a ser aprendido; a Confiança é a possibilidade de bom desempenho e sucesso; e, finalmente, a Satisfação é a relação entre a tensão aplicada e o resultado alcançado.

O modelo ARCS foi proposto por John Keller em 1979, com o objetivo de orientar comportamentos e atitudes que possam ajudar os alunos a superar obstáculos e a persistirem em seus objetivos (Pereira, 2010). O ARCS é um modelo de desenho motivacional interativo, inicialmente alicerçado em quatro categorias de variáveis motivacionais: atenção, relevância, confiança e satisfação, às quais se soma uma quinta categoria, a livre vontade, adicionada posteriormente. Como argumentado por Pereira (2010), o modelo ARCS afirma que o esforço do indivíduo em uma ação, seu empenho para conseguir alcançar aquele objetivo e a energia para acionar um sistema intrínseco e extrínseco se traduzem em motivação. Esse modelo pode ser representado como mostra a Figura 8.1.

Figura 8.1 – Modelo ARCS como proposto por Keller (2010).

Fonte: Os autores.

A motivação está relacionada com a forma como cada um gosta de aprender, ou seja, com o estilo de aprendizagem. Para Seno e Belhot (2009), a tentativa de ensinar sem respeitar os estilos de aprendizagem dos alunos pode levar a consequências desastrosas. Para os autores, cada aluno tem sua forma favorita de aprendizado: alguns preferem palestras, outros leem, enquanto alguns aprendem melhor em grupos, outros estão na solidão de suas perguntas dirigidas. Felder e Silverman (1988) concordam com essa afirmação, propondo uma organização desses estilos de aprendizagem em quatro grupos: sensório-intuitivo, visual-verbal, ativo-reflexivo e sequencial-geral.

Na tentativa de contribuir com o ensino de Física, o presente estudo teve como objetivo geral desenvolver um curso de Cinemática para o ensino médio baseado no uso de diversos meios de comunicação, como aulas presenciais e a distância, experimentos, interpretação de vídeos e textos, entre outros e dessa forma, levar em conta os estilos de aprendizagem. Os objetivos específicos foram:

- Criação de uma sala virtual para compartilhar e gerenciar, sequencialmente, todo o conteúdo do curso: atividades, questionários, roteiros de experimentos, videoaulas, links de suporte, notícias diárias e outros.
- Utilizar os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) para receber os trabalhos dos alunos e suas interações nos fóruns bem como dar *feedback* imediato de suas notas e fornecer comentários no tempo do aluno.
- Organização de uma sala de Física, dividida em estações de trabalho equipadas com computadores, kits de robótica, kits experimentais, dispositivos de multimídia com acesso à internet e tudo o necessário para realizar as diversas atividades propostas no AVA.

Pretende-se que as atividades valorizem os aspectos do ensino híbrido, na modalidade rotação por estações, como a atitude mais ativa dos alunos, o acesso aos dados processáveis e ao *feedback* rápido, trabalho em grupo e trabalho individual.

A educação *online*

A evolução da internet, o gerenciamento de conteúdo gratuito e de qualidade e o acesso a dispositivos como *tablets* e *smartphones* têm mostrado que a educação online é uma realidade atual e não apenas uma opção (Horn et al., 2015). Isso porque pode ocorrer a qualquer momento e em grande escala. No entanto, a falta de conhecimento do professor e a instabilidade na oferta de sinal da internet tornam a educação *online* um desafio ou até mesmo uma utopia, e mesmo assim é preciso ensinar Física usando uma plataforma *online* através de atividades multimídia síncronas e assíncronas, sem virar as costas para a aula tradicional, onde o olho no olho pode ensinar, motivar e avaliar muito mais do que alguns bytes de dados (Molina, 2016).

A principal ferramenta de ensino *online* é o Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Nele, o professor ensina através de atividades deixadas para os alunos, o que requer um papel mais ativo do aluno. Os AVA são sistemas computacionais projetados para gerenciar as interações entre pessoas e conteúdo, o que favorece o processo de ensino e aprendizagem.

É nos AVA que o conteúdo e os recursos são organizados e disponibilizados aos alunos. É nesse ambiente que as interações dos alunos são registradas, como estudos e construções coletivas que estimulam o acompanhamento da trajetória do aluno. As principais ferramentas disponíveis no AVA são: *e-mails*, fóruns, conferências, palestras, arquivos de texto, *wikis*, *blogs* e outros.

Através dos registros dessas interações é feita a combinação de ensino *online* e presencial, ou seja, o professor pode acompanhar o desenvolvimento de cada aluno e tomar medidas como propor atividades adicionais, reforço de aulas ou até mesmo fazer ajustes em suas aulas (Molina, 2016).

Neste trabalho foi utilizado o Moodle em razão das ferramentas e da disponibilidade gratuita que apresenta. O IFSP já disponibilizava o Moodle para uso em aula. É uma plataforma que pode ser instalada, usada e modificada gratuitamente. Sua principal função é

a gestão da aprendizagem e o trabalho colaborativo. Suas principais vantagens são: uma estrutura modular, com uma grande comunidade de desenvolvedores, uma grande quantidade de documentação a ser disponibilizada, disponibilidade, escalabilidade, facilidade de uso, interoperabilidade, estabilidade e segurança (Padilha et al., 2014).

O ensino híbrido

Com a tecnologia, o ensino não se limita à sala de aula. Há uma abertura de fronteiras e o ensino se estende do ambiente de trabalho para o descanso e o lar. Outra vantagem, segundo Quintana e Fernandes (2014), refere-se ao processo de avaliação que, com o uso da tecnologia, pode ser contínuo e não se limitar a uma ou duas avaliações. O autor também aponta que a comunicação entre o aluno e o professor é documentada e a autonomia e a participação ativa do aluno são colocadas como aspectos positivos de EaD.

Tudo isso mostra que a EaD exige um certo grau de maturidade do aluno. No caso do primeiro ano do ensino médio, essa maturidade não é esperada. Daí a necessidade de combinar as vantagens da EaD com a figura do professor, não apenas como mediador, mas também como líder e motivador.

A busca por um ensino personalizado e, ao mesmo tempo, a possibilidade de aplicar em escolas com grande número de alunos levaram à criação da modalidade híbrida.

A modalidade de ensino híbrido nada mais é do que o uso de ferramentas *online* e espaços físicos das escolas ou outras áreas; no entanto, o uso dessas ferramentas deve estar relacionado à educação formal. Portanto, é necessário algum elemento de controle do aluno, como por exemplo o local e o ritmo de estudo (Horn et al., 2015).

Uma das principais deficiências do ensino tradicional é o formato industrial e a divisão em séries, enquanto o ideal seria que a evolução do aluno fosse personalizada. Isso exigiria grande número de professores para acompanhar seus alunos de uma maneira particular (Horn et al., 2015).

O ensino híbrido absorverá as principais características do ensino em sala de aula, como afetividade e linguagem corporal, e alguns aspectos da EaD, por exemplo, a personalização do ensino e o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Na Figura 8.2 podemos visualizar as abordagens que se enquadram no ensino híbrido, incluindo a utilizada neste trabalho.

Figura 8.2 – Visão geral da metodologia de ensino híbrido.

PRESENCIAL
ENSINO *ON-LINE*
ENSINO HÍBRIDO
1 Modelo de Rotação
2 Modelo Flex
3 Modelo À la Carte
4 Modelo Virtual Enriquecido
Rotação por Estações
Laboratório Rotacional
Sala de Aula Invertida
Rotação Individual

Fonte: Horn et al. (2015).

Este trabalho é baseado na modalidade rotação por estações. A modalidade em si não é nova, o que parece uma novidade é que dentro das atividades, pelo menos uma é *online*. Horn et al. (2015) destacam vários exemplos de escolas americanas que tiveram um bom crescimento após a adoção desse modelo em salas de aula de escolas primárias e secundárias. Um modelo da modalidade rotação por

estações é mostrado na Figura 8.3, onde se apresentam as atividades desenvolvidas em pequenos grupos, individualmente, com computadores e reuniões com a ajuda do professor, todos no mesmo local.

Uma vantagem desse modelo é que, por ser um modelo híbrido, não causa muito impacto na estrutura e orçamento da instituição. Por outro lado, Horn et al. (2015) observam que o ensino híbrido é mais complexo, porque os professores dominam a maioria dos aspectos da metodologia antiga mas precisam aprender algo novo.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), "aprender a conhecer", "aprender a fazer", "aprender a conviver com os outros" e "aprender a ser" (Brasil, 1998, p.175) são os quatro pilares da educação e percebe-se que o aluno deve ter um papel mais ativo na construção de sua aprendizagem, que pode ser desenvolvida por meio do modelo de rotação por estações. Na Figura 8.3 se apresenta o modelo de rotação por estações onde as estações podem ser definidas pelo professor.

Figura 8.3 – Modelo de rotação por estações.

Fonte: Horn et al. (2015).

Ferramentas utilizadas

Neste estudo, usamos algumas estratégias como provedores de conteúdo (Youtube e Phet Colorado) e facilitadores de rede (Khan Academy[1] e CK12[2]). O site da Khan Academy começou em 2014 com Sal Khan ensinando matemática à sua família através de tutoriais no YouTube, vídeos, filmes e textos. Todas as ferramentas e o modo de uso são descritos com mais detalhes em (Molina, 2016).

O kit Lego Mindstorms também é utilizado, o que além de ser versátil e fácil de usar, permite qualquer montagem ou reprodução de um experimento, possui grande número de componentes, motores e sensores, e esses conjuntos podem ser aplicados no ensino de Física dependendo da criatividade.

Também utilizamos simulações computacionais que, segundo Silva et al. (2015), proporcionam uma modernização pedagógica para o uso do computador e é importante a utilização de simuladores virtuais disponíveis na internet, que com o apoio de roteiros os alunos podem observar e entender melhor os conceitos vistos na aula. Um dos locais de uso frequente no ensino de Física é a página Phet Colorado, criada inicialmente para o ensino de Física, daí o nome * Phísica (Física) * E * educação (Educação) * T * tecnologia (Tecnologia) ou * PHET *.

Laboratório didático

Muitas escolas têm um laboratório didático de Física, mas seu uso é frequentemente insuficiente. Alves Filho (2000), em um

1 A Khan Academy oferece exercícios, vídeos de instrução e um painel de aprendizado personalizado que habilita os estudantes a aprender no seu próprio ritmo dentro e fora da sala de aula. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/about>.

2 CK-12 é uma organização sem fins lucrativos com sede na Califórnia, cuja missão declarada é reduzir o custo e aumentar o acesso à educação básica nos Estados Unidos e no exterior. Disponível em: <https://www.ck12.org/student/>.

resgate da história, destaca algumas propostas para o Laboratório Didático de Física com suas principais características. Segundo o autor há diferentes tipos de laboratório, temos o Laboratório de demonstração (os experimentos são feitos pelo professor); Laboratório tradicional ou convencional (o aluno é responsável pela montagem e execução guiado por um roteiro); Laboratório divergente (o aluno constrói e executa sem o uso do roteiro); Projeto e Laboratório de captura (para a pesquisa promovida pelos organismos competentes); Laboratório biblioteca (apresenta montagens prontas para execução rápida e fácil).

Gaspar e Monteiro (2005) relacionam a inter-relação entre conhecimento e o uso de práticas experimentais, que eles chamam de elemento real baseado em conceitos científicos abstratos e formais. Para os autores, os experimentos simulam as experiências existenciais dos alunos fora da sala de aula, é imprescindível que a figura do professor torne essa prática algo significativo para a transformação do conhecimento espontâneo em científico.

Outro aspecto importante do uso de práticas experimentais supervisionadas pelo professor, às vezes em grupos, às vezes individualmente, é o desenvolvimento intelectual do aluno. Para Vygotsky (2001), com colaboração, a criança pode fazer mais do que apenas respeitar certos limites. Essa interação social entre o professor e a sala de aula é responsável pelas coisas novas que a criança aprende. Isto é, o que o aluno aprende a fazer com os outros o fará sozinho mais tarde.

Desenvolvimento metodológico

Trata-se de uma pesquisa com abordagem qualitativa (aspectos da avaliação subjetiva), com nuances de estudo de caso e pesquisa-ação (contexto real, o pesquisador faz parte do ambiente), (Martins; Miguel; Yin apud Molina, 2015).

Foi desenvolvido um curso de cinemática para o primeiro ano do ensino médio de educação técnica do IFSP em Votuporanga (SP), que

Quadro 8.1 – Conteúdo programático do curso de cinemática

Semana Nome	Atividades	Objetivos	Estilos de Aprendizagem
01 MatFísica	Gráficos, Funções Simulação, Exercícios	Revisar alguns conceitos matemáticos como Funções, Gráficos, Trigonometria do Triângulo Retângulo, Potenciação	Visual, Racional, Ativo, Reflexivo e Global
02 Física sob medida	Leitura, Experimento Vídeo, Simulador Exercícios	Apresentar métodos de obtenção de medidas, relacionando-as com grandezas físicas e suas unidades. Introduzir os conceitos de Algarismos Significativos, Notação Científica, Unidades de medida e Sistema Internacional de Unidades.	Visual, Verbal, Racional, Intuitivo, Ativo e Sequencial
03 Movimento Friamente Calculado	Leitura, Robótica Vídeo, Exercícios	Apresentar a Física como uma ciência. Conhecer conceitos iniciais da Cinemática, Deslocamento, Trajetória e Velocidade. Demonstrar cálculos de Velocidade Média.	Visual, Verbal, Racional, Intuitivo, Ativo, Reflexivo, Sequencial, Global
04 I Like To Move It	Exercícios, Khan Academy Leitura, Vídeo	Introduzir o conceito de aceleração, bem como as ferramentas para seu cálculo. Apresentar os tipos de movimento.	Visual, Racional, Intuitivo, Ativo, Reflexivo, Global
05 Devagar e Sempre	Khan Academy Vídeo, Robótica Exercícios	Revisar conceitos matemáticos, relacionar o som a um movimento uniforme, apresentar o funcionamento do sonar e introduzir o conceito de velocidade relativa.	Visual, Verbal, Racional, Intuitivo, Ativo, Reflexivo, Sequencial e Global
06 Reta torta	Khan Academy, Simulador Robótica Exercícios	Revisar conceitos matemáticos como gráficos e funções do primeiro grau e relacioná-los com o Movimento Uniforme.	Visual, Verbal, Racional, Intuitivo, Ativo, Reflexivo, Sequencial e Global

Semana Nome	Atividades	Objetivos	Estilos de Aprendizagem
07 É igual, mas é diferente	Khan Academy Simulador, Experimento ,Exercícios	Apresentar a equação do segundo grau como ferramenta na resolução de exercícios. Mostrar características do M.U.V., relembrar do método gráfico para cálculo do deslocamento.	Visual, Verbal, Racional, Ativo, Reflexivo, Sequencial e Global
08 Maior é o tombo	Leitura, Vídeo Experimento, Robótica Exercícios	Estudar o movimento de Queda Livre e o de Lançamento Vertical como exemplos do Movimento Uniforme– mente Variado. Discutir Tempo de Reação e Resistência do ar.	Visual, Verbal, Racional, Ativo, Reflexivo e Global
09 Angry Birds	Leitura Simulador Experimento Exercícios	Apresentar os lançamentos Horizontal e Oblíquo de forma qualitativa e quantitativa, de forma prática e teórica. Relacionar estes movimentos aos movimentos estudados até agora (MU e MUV).	Visual, Verbal, Racional, Intuitivo, Ativo, Reflexivo, Sequencial e Global
10 Rodando, Rodando	Vídeo, Experimento Robótica, Exercícios, Jogos	Apresentar os conceitos: Período, Frequência e Velocidade Angular. Mostrar as relações entre engrenagens nos diversos tipos de acoplamentos.	Visual, Verbal, Racional, Intuitivo, Ativo, Reflexivo, Sequencial e Global

Fonte: Os autores.

inclui os cursos de técnicos de construção, tecnologia da informação e mecatrônica, sob uma metodologia conhecida no IFSP como método ensino multimídia da Física.

Os alunos foram presenteados com aulas presenciais e a distância, com *feedback* em tempo real e acesso remoto a qualquer hora e de qualquer lugar através do AVA.

Durante o processo, os alunos foram avaliados por meio de observação participante, prontuários, testes, testes prévios e testes subsequentes, conforme método desenvolvido por Molina (2015). Para a aplicação do método foi implementada uma sala virtual no Moodle, AVA e um espaço físico denominado Laboratório Educacional Multimídia. Ao final de dez semanas, os alunos responderam a um questionário para avaliação do método a que foram submetidos. O Quadro 8.1 apresenta o programa do curso e as atividades propostas, o objetivo de cada capítulo e os estilos de aprendizagem que foram incluídos em cada semana (capítulo).

Optamos por criar nomes diferentes dos convencionais para os capítulos da cinemática, para afirmar a originalidade do curso aqui desenvolvido e para criar nos alunos uma expectativa sobre o conteúdo.

Sala virtual

Para organizar todo o conteúdo do curso, receber trabalhos através de publicações e dar ao aluno um relatório das suas notas em tempo real, foi criada uma sala virtual no Moodle. Cada aluno recebeu um nome de usuário e senha que lhe deram acesso ao curso. Também foi criado um glossário dos principais termos da cinemática, um livro digital com explicações teóricas sobre as videoaulas selecionadas no Youtube ou produzidas exclusivamente para este curso.

Os alunos também tiveram acesso a um fórum de notícias que foi feito para comunicação entre o professor e os alunos e um calendário com as datas dos testes e o trabalho final. Os alunos podem, a

qualquer momento, saber suas notas, completar suas tarefas (dentro do prazo) e rever o conteúdo.

Dos recursos utilizados, os mais utilizados foram as *tags* (para marcar), arquivos, tarefas e questionários. Os dois primeiros servem para organizar e apresentar as atividades propostas. O recurso de tarefa é usado para a publicação de trabalhos e relatórios, nesse caso a correção deve ser feita manualmente. Quanto à função do questionário, seu principal uso foi na formulação das listas de exercícios.

Para montar um questionário, o professor deve registrar os problemas de um banco de perguntas que podem ser usadas em outros capítulos ou mesmo em outros cursos. Vários tipos de problemas estão disponíveis; no entanto, o tipo mais utilizado foi o cálculo simples que permite a substituição dos valores das variáveis, convertendo um único exercício em uma série de exercícios. Uma vantagem importante é que a correção é automática e sua característica oferece a opção de dar conselhos e *feedback* aos alunos durante a resolução. Por outro lado, a fim de ajudar os alunos na resolução de exercícios, tutoriais em vídeo foram produzidos com tais resoluções, comentários e sugestões.

Laboratório Didático Multimeios

Algumas das atividades propostas no Moodle foram realizadas fora do ambiente escolar. Para outras atividades, como robótica e experimentos, os alunos tiveram um espaço especialmente preparado para isso. Nessa sala também foram realizadas aulas no formato de estações rotativas, onde todas as atividades foram realizadas pelos alunos.

O Laboratório Didático Multimeios é uma sala equipada com computadores, internet aberta, quadro branco, mesa de estudo, mesa de robótica, televisão, kits de robótica, kits experimentais, literatura e vídeos, conforme apresentado na Figura 8.4.

O laboratório foi dividido em quatro estações de trabalho:

Enfrentamento: composto por uma lousa e uma grande mesa para estudos, esta estação foi para resolver problemas;

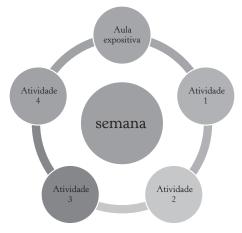
Figura 8.4 – Laboratório Didático Multimeios.

Fonte: Os autores.

Experimentos: consiste em uma bancada para experimentos e montagens robóticas.

Bancada virtual: aqui simulações de computador e jogos são analisados pelos alunos.

Casa: esta estação está equipada com uma TV e um sofá confortável para os estudantes assistirem vídeos ou lerem.

Figura 8.5 – Ciclo de atividades de cada semana.

Fonte: Os autores.

Inicialmente, os capítulos (semanas) foram apresentados em ciclos que incluíram uma conferência e quatro atividades realizadas pelos alunos no ambiente escolar (Laboratório Multimeios) ou fora dele, geralmente fora da sala de aula. Algumas variações surgiram; por exemplo, em poucas semanas as atividades foram resolvidas no laboratório didático, no horário das aulas e, em seguida, foi feita uma palestra sobre o assunto. A Figura 8.5 apresenta um ciclo de atividade em torno de um capítulo. No AVA, os capítulos foram identificados como semanas.

Para contemplar os diferentes aspectos da Física (cálculo, experimentação, conceitos e atividades lúdicas), cada atividade foi projetada e desenvolvida de acordo com o Quadro 8.2.

Quadro 8.2 – Atividades escolhidas para o ensino de cada conceito

Atividades	Conceitos
Simuladores	Trigonometria, conversão de unidades, função horária para (MU), função horária para (MUV), Gráficos MU e MUV, lançamento oblíquo, resistência do ar.
Jogos	Máquinas simples.
Vídeos	As unidades de medida, o deslizamento, tempo de reação, queda dos corpos, reflexão do som (sonar), a resistência do ar, o período de rotação.
Leitura	Unidades de medida, Introdução à Física, tempo de reação, os corpos que caem, Lançamento oblíquo.
Experimentos	As unidades de medida, método gráfico (deslizamento), tempo de reação, corpos que caem, lançamento oblíquo, acoplamento, longitude da circunferência.
Exercícios	Todos os conceitos.
Robótica	Velocidade média, velocidade relativa, encontro de dois corpos, gráficos, tempo de reação, acoplamento.
Khan Academy	Velocidade média, deslocamento, gráficos, coeficiente angular, expressões algébricas, expressões quadráticas e polinômios.
Trabalho Escrito	Funções, gráficos, método gráfico para cálculo do deslocamento, tempo de reação.

Fonte: Os autores.

Resultados e discussão

Pré-teste e pós-teste

Bloom, Hastings e Madaus (1971) dividem as avaliações em três grupos: diagnóstica, formativa e certificatória (somativa). De acordo com Oliveira (2005), a avaliação não deve ser usada apenas para fornecer uma nota, que é o caso de avaliações cumulativas. Nessa pesquisa, as avaliações foram aplicadas para informar as notas, diagnosticar e auxiliar o aluno.

Nesse trabalho, todas as etapas foram avaliadas. Em todas as aulas os pré-testes e pós-testes foram aplicados e as atividades propostas sempre foram acompanhadas por uma questão, problema ou relatório. Essas avaliações, exclusivamente diagnósticas, foram utilizadas para avaliar o método utilizado, conforme descrito a continuação.

Os resultados dos pré-testes e pós-testes foram o ponto de partida para a reflexão sobre a efetividade do uso de multimídias no ensino de Física.

Inicialmente, foi testada a confiabilidade dos resultados, em seguida foi realizada uma análise dos resultados. Para testar a confiabilidade dos dados, foi utilizado o teste de Wilcoxon,[3] que é empregado para comparar dados obtidos através de um esquema de emparelhamento. O resultado do teste quantitativo é mostrado na Figura 8.6.

O teste "Deslocamento" foi composto por duas perguntas, uma sobre distância percorrida e outra sobre deslocamento. A primeira é um conceito intuitivo, levando os alunos a um alto índice de acertos, mesmo no pré-teste. Já o conceito de deslocamento, por não ser intuitivo, teve uma melhor avaliação após a apresentação e fixação do conceito. Uma das atividades de fixação foi o desenvolvimento, pelos alunos, de um vídeo explicando estes conceitos, porém um pequeno número de alunos não cumpriu tal atividade.

3 O teste de Wilcoxon (Wilcoxon Matched-Pairs; Wilcoxon signed-ranks test) é um método não paramétrico para comparação de duas amostras pareadas.

Figura 8.6 – Resultados dos pré-testes e pós-testes.

Fonte: Os autores.

Apenas uma atividade envolvendo a velocidade média foi proposta, antes do teste final. Isso e o fato de ser uma questão relacionada à conversão de unidades e cálculos possivelmente justificam a falta de melhoria. Em estudos futuros, um nivelamento deve ser proposto em relação a esses conteúdos.

Quanto às questões "Velocidade Relativa" e "Encontro", o expressivo ganho pode estar relacionado ao fato destes conceitos dependerem de regras já conhecidas de fácil assimilação.

Sobre a "Classificação dos movimentos" foi utilizada uma pergunta que o próprio enunciado dava as ferramentas necessárias para sua resolução. Isso explica as altas médias, tanto no pré-teste quanto no pós-teste. Sobre queda livre, embora se refira puramente a um cálculo, foi um assunto muito trabalhado em sala de aula e em diversas atividades.

Os testes relacionados aos gráficos não mostraram crescimento, o que aponta para a necessidade de continuar trabalhando no assunto nos seguintes capítulos da física.

No resultado "Lançamento obliquo", foram utilizadas as questões teóricas e conceituais, explicando a diferença obtida entre o pré-teste e o pós-teste.

Finalmente, o teste de "Movimento Circular Uniforme" (MCU) foi apresentado como o mais confiável, pois é um conjunto de questões que envolvem cálculo, teoria e prática.

Avaliação das atividades pelos alunos

Apresentamos as avaliações dos alunos sobre o conjunto de atividades e a infraestrutura para o desenvolvimento das atividades.

- *Satisfação*: A resposta "O que mais desencorajou foi a internet da escola" foi a pior pontuação entre todos os sujeitos. Em momentos cruciais, o servidor da escola (que é onde o Moodle está instalado) não funcionou, e uma das vezes por quase duas semanas ficou sem funcionar. No final do questionário, os alunos tiveram a oportunidade de criticar o método. De um total de 88 queixas, 27 estavam relacionadas à instabilidade do servidor da escola. Uma prática que deve ser adotada é o uso de canais alternativos para a entrega e fornecimento de materiais para estudantes, por exemplo, e-mail e impressão. A metodologia de análise mostra uma satisfação de 80% no relacionado à satisfação do aluno com a metodologia utilizada e ao estímulo e à curiosidade do aluno, temos algumas afirmações como: "Desde o início percebi algo interessante na forma como o professor apresentou a física", "O equipamento utilizado nas atividades é atrativo", "Este curso estimulou a minha curiosidade".
- *Relevância*: Em geral, os resultados mostraram que os alunos entendem a importância de estudar Física e, principalmente, através de múltiplas atividades. É o que mostram os resultados das perguntas: "Percebi que todas as atividades estão relacionadas à teoria", "aproveitar ao máximo as diferentes atividades foi muito importante para mim", "o conteúdo visto na cinemática é relevante para meu cotidiano" e "pude relacionar a cinemática com o que vivi", "eles me mostraram que é importante para o aluno associar física ao seu dia a dia".

Portanto, é necessário, em estudos futuros, propor atividades relacionadas a esse tema.

– *Confiança*: Observa-se que o tema "confiança" obteve aprovação de 56,30%, o que não é um bom resultado, embora a Física seja uma das questões mais difíceis no ensino médio. Declarações como: "As atividades da tarefa foram muito difíceis", "Houve algo que eu não entendi", mostra a dificuldade do aluno em compreender a física. Em seus comentários e sugestões, os alunos apontaram o baixo número de aulas com o professor, a falta de um monitor e o conteúdo muito amplo em um curto espaço de tempo para o método.

A baixa pontuação obtida pela pergunta "Uma boa organização do site deu confiança ao método" pode se dar pela instabilidade do servidor de internet da escola e pela falta de familiaridade com o *site*. Algumas das críticas feitas pelos alunos destacaram a falta de uma explicação mais detalhada das características do Moodle.

Finalmente, há a excelente nota da pergunta: "As atividades práticas facilitam o trabalho", mostrando a importância do uso de atividades práticas para apoiar o ensino.

Como o método foi testado em turmas que já haviam começado, a satisfação do aluno estava intimamente relacionada às notas e ao conteúdo dos testes. Nota-se que, para o aluno, a nota obtida nos testes é tão ou mais importante que o próprio assunto. Sugerem-se duas formas de solução: conscientizar os alunos sobre a importância do conhecimento frente ao ano e reformular as avaliações.

Estas são algumas das declarações dos estudantes que mostram a importância que atribuem a os exercícios de cálculo: "...poderia se fazer mais exercícios na explicação", "... faça exercícios em sala", "passar exercícios na louça, na revisão", "... Mais tempo para se exercitar", "mais exercícios na sala de aula", "eu gostaria de mais exercícios para eu aprender".

– *Interação*: Essa dimensão obteve a maior pontuação entre todos, mostrando a importância e a necessidade de atividades que são realizadas em equipe. Os alunos se sentiram valorizados e puderam

explicar o que sabiam aos colegas: "Sempre que possível, explico o que sei para meus amigos". A pesquisa também sugere que os alunos aprendem com seus colegas, assim como com o professor "Eu entendo bem quando um colega explica o assunto" e "Eu entendo as explicações e recomendações dos professores", essas falas sugerem isso.

Os resultados apresentados podem ser considerados positivos, dadas as condições em que esta pesquisa foi aplicada; o número de horas e apenas duas aulas semanais, a instabilidade do servidor da escola e o fato de o curso ser o dia todo com grande número de disciplinas são alguns dos fatores que influenciaram diretamente o uso do método pelos alunos. Além de críticas, os alunos mostraram suas atividades favoritas. A Figura 8.7 mostra os resultados dessa pesquisa.

As porcentagens indicadas na figura devem ser utilizadas como incentivo para a aplicação do método multimídia de ensino da Física. A grande preferência por atividades como robótica, experimentos e simulações (games e simuladores) é por serem práticas lúdicas e dinâmicas. Tais atividades devem ser exploradas e totalmente orientadas para motivar os alunos. Quanto a outras atividades, embora apresentem uma preferência menor (26%), elas devem ser utilizadas de forma que os alunos adquiram habilidades e competências.

Um dos desafios encontrados no desenvolvimento das atividades foi programá-los por um período de cerca de 20 minutos, permitindo a rotação das estações. Praticamente todas as atividades propostas mudaram ao longo desse trabalho em razão da duração das aulas e dos ajustes observados pelos próprios alunos. Aqui destacamos a relevância desse trabalho por ser uma proposta que foi testada em condições reais.

A escolha das atividades foi no sentido de não excluir nenhum aspecto do ensino de Física; ou seja, tentou-se motivar o aluno, enquanto se preparava para o teste para ingressar na universidade e consolidar conceitos. Por exemplo, a escolha de textos e vídeos que não fornecem resumos teóricos, mas curiosidades, pretendia mostrar essa física em diversas áreas do cotidiano do aluno. Por outro lado, as videoaulas e lições selecionadas no *Livro Cinemática*

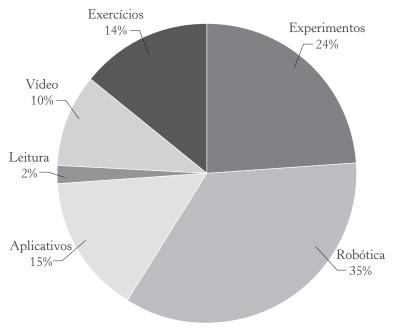



Figura 8.7 – Atividades preferidas pelos alunos.

Fonte: Os autores.

(parte do material) proporcionam ao aluno uma visão mais teórica e resumida do conteúdo.

Acreditamos que as experiências tanto do professor quanto do aluno mostram a importância da utilização desse método para um ensino de Física significativo e contextualizado, como proposto por Molina (2015).

Considerações finais

Os resultados apresentados e os argumentos dos alunos podem ser considerados positivos, mesmo com os problemas de infraestrutura, o que acontece na maioria das escolas. Os depoimentos dos alunos devem ser considerados visto serem o centro do processo de ensino e aprendizagem.

Somando as porcentagens apresentadas na Figura 8.7, de atividades pouco utilizadas no ensino tradicional, no total de 74%, indicam que devem ser utilizadas como incentivo para a aplicação do método multimídia de ensino da Física. Ocorre uma grande preferência por essas atividades, como robótica, experimentos e simulações, pois são práticas, lúdicas e dinâmicas. Como dito nos resultados, é importante que o professor realize atividades como as apresentadas neste trabalho pois motivam os alunos a aprender física.

Se, por um lado, os resultados mostram que é possível realizar essas atividades e essa metodologia em sala de aula, por outro, isso significa que os professores devem ter a oportunidade de ter uma formação continuada, principalmente no uso das TDIC.

Referências

ALVES FILHO, J. de P. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Santa Catarina, v.17, n.2, p.174-88, 2000.

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v.25, n.2, p.176-94, 2003.

BLOOM, B. S.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G. F. *Handbook on Formative end Sumative AVAluation of Student learning*. Trad.: Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar. New York: McGraw-Hill Book Company 1971.

BOLLIGER, D. U.; SUPANAKORN, S.; BOGGS, C. Impact of podcasting on student motivation in the online learning environment. *Computers & Education*, v.55, n.2, p.714-22, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais. Brasília, DF: MEC, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>. Acesso em: 1º jun. 2019.

FELDER, R. M.; SILVERMANN, L. K. Learning and teaching styles in engineering education. *Engr. Education*, New York, v.78, n.7, p.674-81, 1988.

GASPAR, A.; MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n.2, p.227-54, 2005.

HORN, M. B.; STAKER, H.; CHRISTENSEN, C. *Blended*: Usando a Inovação Disruptiva para Aprimorar a Educação. Porto Alegre: Editora Penso, 2015.

MOLINA, C. E. C. *Desenvolvimento de um instrumento multidimensional para avaliação de práticas de ensino no processo de aprendizagem*. Guaratinguetá, 2015. 120f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

MOLINA, N. F. C. *Utilizando a metodologia dos híbridos para o ensino de cinemática no primeiro ano do ensino médio*. Presidente Prudente, 2016. 74f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

OLIVEIRA, G. P. Avaliação no Ensino a Distância: A aprendizagem e o ambiente. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 12., 2005, Florianópolis. *Anais*... Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PADILHA, C. K.; VIEIRA, C. de C. N.; DOMINGUES, M. J. C. de S. Ambiente virtual de aprendizagem: o moodle e sua utilização por acadêmicos. *Revista da Unifebe*, v.1, n.14, p.73-87, 2014. Disponível em: <http://periodicos.unifebe.edu.br/index.php/revistaeletronicadaunifebe/article/view/321>. Acesso em: 8 jan. 2016.

PEREIRA, S. C. M. T. A Motivação como fator impulsionador de um segundo idioma. *Revista Técnico-Cientifica do IF/SC*, v.1, n.1, p.103-11, 2010.

QUINTANA, A. C., FERNANDES, V. L. P. Percepção do estudante de educação técnica a distância de nível médio sobre a realização das tarefas avaliadas no ambiente virtual. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia,* v.17, n.2, p.127-50, 2014.

SENO, W. P; BELHOT, R. V. Delimitando a fronteira para a identificação de competências para a capacitação de professores de engenharia para o ensino a distância. *Gestão & Produção*, v.16, n.3, p.502-14, 2009.

SILVA, da L. S. S., et al. O uso computacional interativo como recurso virtual didático no ensino de Ciências – Física. In: ENCONTRO ANUAL DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO, 6., 2015, Frederico Westphalen. *Anais*... Frederico Westphalen: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha/RS, 2015.

VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

Sobre os autores

Ana Maria Osorio Araya – Docente do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp) de Presidente Prudente (SP). Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). É docente do curso de Licenciatura em Física da Unesp, *campus* de Presidente Prudente. Atua na área de ensino de Física; Projetos de física moderna para professores de ensino médio; Metodologias ativas para o ensino de Física e formação inicial e continuada de professores de Física. E-mail: amo.araya@unesp.br

Andressa Silva dos Santos – Discente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Atualmente é bolsista do Programa Residência Pedagógica, no subprojeto Química. E-mail: andressa_ss27@hotmail.com

Carla Melissa de Paulo Raminelli – Mestre no Programa Nacional de Mestrado Profissional do ensino de Física na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em ensino de Química, atuando principalmente nos seguintes temas:

História e filosofia da ciência; Processo de ensino-aprendizagem; Formação de professores; Tecnologias digitais da informação e comunicação; ensino de Física Moderna e Contemporânea; Divulgação da nanotecnologia. E-mail: carla_raminelli@hotmail.com

Christian José Amaral de Freitas – Discente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Bolsista do Programa de Iniciação Científica. E-mail: christianamfreitas@hotmail.com

Gabriela Martins Piva – Graduada em Licenciatura em Química pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência pela Unesp, *campus* de Bauru (SP). E-mail: gabipiva@outlook.com

Gustavo Bizarria Gibin – Docente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Doutor em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Química pela UFSCar (2013). Credenciado no Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos (Unesp – São José do Rio Preto / Jaboticabal / Ilha Solteira). Tem experiência na área de Educação Química e atua principalmente nos seguintes temas: Experimentação e abordagem experimental investigativa; Análise e produção de materiais didáticos, livros didáticos, imagens e investigações sobre modelos mentais. E-mail: gustavo.gibin@unesp.br

Moacir Pereira de Souza Filho – Docente do curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Doutor em Educação para a Ciência pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Faculdade de Ciências da Unesp, *campus* de Bauru

(SP). Credenciado no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (FCT / Unesp/Presidente Prudente / SP) e no Programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE (FCT / Unesp / Presidente Prudente / SP). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em ensino de Física, atuando principalmente nos seguintes temas: História e filosofia da ciência; Processo de ensino-aprendizagem; Formação de professores; Experimentação em ensino de Ciências; Tecnologias digitais da informação e comunicação; Física moderna e contemporânea; Divulgação da nanotecnologia. E-mail: moacir-pereira.souza-filho@unesp.br

Newton Flávio Corrêa Molina – Licenciado em Física pela Universidade Federal de Itajubá (Unifei), especialização em Design Instrucional também pela Unifei e mestrado em Ensino de Física, Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF), polo Unesp de Presidente Prudente (SP). Atualmente é docente no Instituto Federal de São Paulo (IFSP), *campus* de Votuporanga (SP). Trabalha com ensino de Física; EaD; ensino híbrido e robótica. E-mail: molina@ifsp.edu.br

Rodolfo Henrique de Mello Caversan – Graduado em Física pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Bauru (SP); mestre em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) pela Unesp, *campus* de Presidente Prudente (SP). Tem experiência na área de ensino de Física, Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e ensino híbrido (Blended Learning). É docente no Instituto Federal do Paraná (IFPR), *campus* Jaguariaíva. E-mail: rodolfo.caversan@ifpr.edu.br

Roger D'Avila Oliveira – Mestre no Programa Nacional de Mestrado Profissional em ensino de Física na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Atua no ensino de Física, com Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação. E-mail: rogeroliveirabr@gmail.com

Taís Andrade dos Santos – Licenciada em Física pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Mestra e doutoranda em Educação para Ciência Educação pela Unesp, *campus* de Bauru (SP). Atua principalmente nos seguintes temas: ensino de Física, formação de professores, movimento Ciência Tecnologia Sociedade e Ambiente. E-mail: taisandradedossantos@gmail.com

Ulisses José Raminelli – Mestre no Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), *campus* de Presidente Prudente (SP). Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Unesp, *campus* de Presidente Prudente. Tem experiência na área de Educação, atuando principalmente nos seguintes temas: Formação de professores; ensino de Física; Informática na educação; Tecnologia digital da informação e comunicação; Aprendizagem significativa; Aplicativo para smartphone; Processo inclusivo de ensino e aprendizagem. E-mail: ulisses-raminelli@hotmail.com

Este livro apresenta uma coletânea de trabalhos sobre as tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC) e as novas metodologias de ensino desenvolvidas por meio de pesquisas sobre o ensino de Ciências e aplicadas na educação básica.

O livro está dividido em duas partes: a primeira trata das potencialidades dessas novas tecnologias e das políticas e legislações que regem os cursos de formação de professores; a segunda, apresenta trabalhos desenvolvidos e aplicados no "chão da escola", como animações com o *stop motion*; simulação com *Phet* sobre a escala de pH; o *Phet* utilizado no estudo gráfico de Cinemática; a Plataforma AppInventor para desenvolvimento de aplicativos para *smartphones*; o ensino híbrido com as ferramentas do Google for Education e relacionado à rotação de estações.

A partir dessas abordagens, os autores desenvolvem e compartilham algumas experiências didáticas de sucesso de aplicação de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) no ensino de Física e de Química.

Ana Maria Osorio Araya é graduada em Física na Universidad de Santiago de Chile (Usach). Possui mestrado e doutorado em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pós-doutorado em Geofísica e Educação pelo Programa de Pós-Graduação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (Unesp). Docente do departamento de Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Unesp e do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF). Tem experiência em Geociências, ensino de Física, atuando em projetos de física moderna para professores de Física, metodologias ativas para o ensino de Física e formação inicial e continuada de professores de Física. É coordenadora do MNPEF, polo 16, e colaboradora do Centro de Promoção para Inclusão Digital, Escolar e Social (Cpides) da Unesp.

Gustavo Bizarria Gibin é mestre (2007) em Química e doutor (2013) em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). É docente do curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Presidente Prudente, e credenciado no Programa de Pós-Graduação em Ensino e Processos Formativos (Unesp). Tem experiência na área de Educação Química e atua nos seguintes temas: experimentação e abordagem experimental investigativa; análise e produção de materiais didáticos, livros didáticos, imagens; Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e investigações sobre processos de ensino e aprendizagem de conceitos científicos.

Moacir Pereira de Souza Filho é doutor (2009) e mestre (2004) em Educação para a Ciência e licenciado em Física (2002) pela Faculdade de Ciências (FC) da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* de Bauru. É docente do Departamento de Física, do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e do Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Unesp, *campus* de Presidente Prudente. Tem experiência em Educação com ênfase em: ensino de Física, ensino de Ciências, teorias da aprendizagem, Tecnologia Digitais da Informação e Comunicação (TDIC), formação de professores e história e filosofia da ciência.